



Igor Gabriel  
Castanheira dos  
Santos

Eficiência energética na indústria: Renault  
CACIA





**Igor Gabriel  
Castanheira dos  
Santos**

## **Eficiência energética na indústria: Renault CACIA**

Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Sistemas Energéticos Sustentáveis, realizada sob a orientação científica de Dr. José Paulo Santos, Professor Auxiliar do Departamento de Mecânica da Universidade de Aveiro e co-orientação científica de Dr. Joaquim José Borges Gouveia, Professor Catedrático Aposentado do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro





Dedico este trabalho a toda a minha família, em especial à avó Rosa e ao Tio Zé Ribeiro.



**o júri**

presidente

**Prof. Doutor Manuel Arlindo Amador de Matos**

Professor Auxiliar, Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

vogais

**Prof. Doutora Mónica Sandra Abrantes de Oliveira Correia**

Professora Auxiliar, Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro (arguente)

**Prof. Doutor José Paulo Oliveira Santos**

Professor Auxiliar, Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro (orientador)



## agradecimentos

A toda a minha família ,em especial, aos meus pais, ao meu irmão e à Renata pelo apoio incondicional, pela paciência e por acreditarem nas minhas capacidades, o que muito contribuiu para que conseguisse concluir esta etapa.

Ao restrito, mas bastante importante, grupo de amigos que, independentemente das circunstâncias e da distância, conseguiram sempre proferir aquelas palavras que necessitamos de ouvir e que nos animam quando precisamos.

Ao António Jacob que sempre valorizou o meu trabalho e me ajudou a crescer tanto ao nível profissional como pessoal.

Aos meus colegas de curso, em especial, à minha colega de grupo com a qual ganhei o hábito de querer fazer sempre mais, melhor e a nunca estar satisfeito com os resultados.

No que a este trabalho propriamente dito diz respeito, gostaria de agradecer a toda a equipa da Central de Fluidos da Renault CACIA, em especial ao Eng. Filipe Fernandes, pelo excelente acolhimento, apoio e paciência ao longo do estágio.

Agradeço, também, ao Prof. José Paulo Santos pela disponibilidade, acompanhamento e paciência no desenvolvimento deste trabalho, bem como ao Prof. Miguel Oliveira pela sua total disponibilidade e apoio e, aos Prof. Borges Gouveia e Prof. Fernando Neto pelo voto de confiança ao concederem-me a oportunidade de participar no Programa Galp 202020.

Por fim, às pessoas que com grande paciência me ajudaram a rever o trabalho, os meus pais e as minhas três primas.



## Palavras-chave

Energia, Eficiência energética, Iluminação, Ar Comprimido

## Resumo

Ao longo do estágio desenvolvido na Renault CACIA, integrado no programa GALP 202020, foram estudados alguns problemas com vista à melhoria da eficiência energética da empresa.

Os objectos de estudo foram a iluminação na óptica da optimização do seu controlo e na óptica da apresentação de uma solução para a substituição da iluminação de emergência existente. Estudou-se, também, a substituição de um secador de adsorção de ar comprimido por um secador refrigerado e realizou-se um estudo de viabilidade de instalação de uma caldeira a biomassa para aquecimento de água industrial. Por fim, fez-se uma análise ao tarifário de energia eléctrica utilizado por esta empresa.

Das medidas descritas anteriormente, as medidas da iluminação permitem, com um *payback* de 1,1 anos, uma redução de 0,5% da Intensidade Energética (IE) e Consumo Específico (CE), sem alteração da Intensidade Carbónica (IC). A instalação do secador refrigerado é, igualmente, útil, permitindo uma redução de 0,1% dos IE e CE e, novamente, sem alteração da IC, tendo um *payback* de 1,5 anos. A instalação da caldeira biomassa teria um *payback* de 4,1 anos e seria prejudicial à empresa no que diz respeito a IE e CE, que aumentariam, 0,9%, mas permitindo uma redução de 4% na IC. Por fim, relativamente à análise do tarifário de energia eléctrica, verifica-se que o tarifário actual é a escolha acertada.





**Keywords**

Energy, Energy efficiency, Lighting, Compressed Air

**Abstract**

During the internship at Renault CACIA, as part of program GALP 202020, a number of problems were studied with the aim to improve the company's energy efficiency.

The subjects of this document are measures focused on lighting in the perspective of optimizing its control and, on the other hand in the perspective of replacing the existing emergency lighting system. The replacement of an adsorption air dryer to a refrigerated air dryer were also studied . A viability study regarding the installation of a biomass boiler for industrial waterheating was conducted. Finally, there was an analysis of the company's electricity tariff.

As a result, several measures were proposed. Firstly, the measures for the lighting system allow a reduction of 0,5% of the energy intensity and the specific consumption, without changing the carbon intensity and with a payback of 4,1 years. Secondly, the installation of the refrigerated air dryer is also useful and allows a reduction of 0,1% of the energy intensity and the specific consumption, without changing the carbon intensity and the equipment can be paid back within 1,5 years. Thirdly, the biomass boiler would be detrimental to the company because it would increase the energy intensity and the specific consumption by 0,9 %, although it would reduce the carbon intensity by 4% with a payback of 4,1 years. Finally, the analysis to the electricity's tariff, showed that the current tariff is the right choice for this company.



# Conteúdo

Lista de equações	iii
Lista de figuras	v
Lista de tabelas	vii
Simbologia e Abreviaturas	ix
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Objectivos . . . . .	3
1.2 Enquadramento . . . . .	3
1.3 Caso de estudo . . . . .	4
1.4 Organização do documento . . . . .	5
<b>2 Revisão Bibliográfica</b>	<b>7</b>
2.1 Análise da Legislação Europeia . . . . .	9
2.2 Plano Nacional de Acção em Eficiência Energética . . . . .	11
2.2.1 Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia . . . . .	13
2.3 Planos Nacionais Complementares . . . . .	17
2.3.1 PNAER . . . . .	17
2.3.2 Outros planos complementares . . . . .	17
2.4 Iluminação . . . . .	18
2.4.1 Iluminação incandescente . . . . .	19
2.4.2 Iluminação de descarga . . . . .	19
2.4.3 Iluminação de indução . . . . .	20
2.4.4 Iluminação de LED . . . . .	21
2.5 Secadores de ar comprimido . . . . .	21
2.5.1 Secadores por adsorção . . . . .	22
2.5.2 Secadores refrigerados . . . . .	23
2.5.3 Conceitos importantes . . . . .	23
<b>3 Caracterização da empresa em estudo</b>	<b>25</b>
3.1 Descrição da empresa . . . . .	27
3.2 Consumos Energéticos . . . . .	28
3.2.1 Consumo de energia eléctrica . . . . .	28
3.2.2 Consumo de gás natural . . . . .	30
3.3 Implementação do SGCIE . . . . .	30
3.3.1 Indicadores Energéticos . . . . .	31

3.4	Medidas de eficiência implementadas . . . . .	31
<b>4</b>	<b>Medidas propostas</b>	<b>33</b>
4.1	Renovação da iluminação de emergência da nave industrial . . . . .	35
4.2	Optimização do controlo da iluminação da nave industrial . . . . .	35
4.3	Secadores de ar comprimido . . . . .	37
4.4	Instalação de uma caldeira a biomassa . . . . .	38
4.5	Análise do tarifário da electricidade . . . . .	39
<b>5</b>	<b>Resultados/ Discussão</b>	<b>41</b>
5.1	Pressupostos assumidos . . . . .	43
5.2	Renovação da iluminação de emergência da nave industrial . . . . .	43
5.3	Optimização do controlo da iluminação industrial . . . . .	45
5.4	Instalação de secador de ar comprimido refrigerado . . . . .	46
5.4.1	Determinação do consumo energético dos secadores instalados . . . . .	46
5.4.2	Dimensionamento do secador refrigerado . . . . .	48
5.5	Instalação de uma caldeira a biomassa . . . . .	50
5.6	Análise do tarifário da electricidade . . . . .	50
<b>6</b>	<b>Considerações finais</b>	<b>53</b>
6.1	Conclusão . . . . .	55
6.2	Perspectivas de desenvolvimento futuro . . . . .	56
	<b>Bibliografia</b>	<b>57</b>
	<b>Anexos</b>	<b>i</b>
<b>A</b>	<b>SGCIE</b>	<b>iii</b>
A.1	Principais Medidas e Objectivos . . . . .	iii
<b>B</b>	<b>Iluminação</b>	<b>vi</b>
B.1	Características das diferentes lâmpadas . . . . .	vii
<b>C</b>	<b>Constantes físicas</b>	<b>viii</b>
C.1	Conversões Energéticas . . . . .	viii
<b>D</b>	<b>Dados Históricos</b>	<b>ix</b>
D.1	Custos energéticos . . . . .	ix
D.2	Indicadores energéticos do ano de referência . . . . .	x
<b>E</b>	<b>Equipamentos e Orçamentos</b>	<b>xi</b>
E.1	Dados relativos a equipamentos . . . . .	xi
E.2	Orçamentos . . . . .	xvii
E.3	Resultados <i>RETSscreen</i> . . . . .	xx
E.3.1	Renovação da iluminação de emergência da nave industrial . . . . .	xx
E.3.2	Instalação de secador de ar comprimido refrigerado . . . . .	xx
E.3.3	Instalação de uma caldeira a biomassa . . . . .	xxi

# Lista de Equações

2.1 Lei dos Gases Ideias . . . . .	23
2.2 Aplicação da Lei do Gases Ideias . . . . .	24
2.3 Número de <i>Reynolds</i> . . . . .	24
2.4 Equação de perdas de carga contínuas . . . . .	24



# Lista de Figuras

1.1	Distribuição dos consumos energéticos por sector de actividade[3]. . . . .	4
2.1	Aplicação do PNAEE aos diferentes sectores[12]. . . . .	12
2.2	Âmbito de aplicação do SGCIE[14]. . . . .	13
2.3	Cronograma do SGCIE para consumidores entre 500 e 1 000 tep. . . . .	15
2.4	Cronograma do SGCIE para consumidores acima de 1 000 tep. . . . .	16
2.5	Lâmpada desenvolvida por Thomas A. Edison (adaptado de[18]). . . . .	18
2.6	Temperatura de cor da luz de diferentes lâmpadas (de [20]). . . . .	19
2.7	Funcionamento de uma lâmpada fluorescente de indução (de [19]). . . . .	20
2.8	Esquema de uma lâmpada LED (adaptado de [25]). . . . .	21
2.9	Princípio de funcionamento de uma junção P-N (adaptado de [27]). . . . .	21
2.10	Funcionamento de um secador por adsorção (adaptado de [29]). . . . .	22
2.11	Funcionamento de um secador refrigerado (adaptado de [30]). . . . .	23
3.1	Planta das instalações da Renault CACIA . . . . .	27
3.2	Distribuição dos consumos energéticos em % (dados da tabela 3.2). . . . .	29
3.3	Desagregação do consumo de energia eléctrica por ciclo horário em 2013. . . . .	29
3.4	Evolução dos consumos energéticos por ciclo horário . . . . .	29
3.5	Consumidores mais relevantes de energia eléctrica. . . . .	30
3.6	Consumo anual de gás natural no ano de 2013. . . . .	30
4.1	Aplicação utilizada para monitorização e controlo da iluminação da fábrica. . . . .	35
4.2	Painel de controlo geral da iluminação. . . . .	36
4.3	Painel de controlo e comando da iluminação de cada sector. . . . .	36
4.4	Sistema destinado à produção de ar comprimido instalado (esquerda) e pretendido (direita). . . . .	37
4.5	Diagrama de funcionamento do secador. . . . .	38
4.6	Chapa de característica da caldeira em funcionamento. . . . .	39
4.7	Caldeiras para aquecimento de água industrial . . . . .	39
5.1	Montagem para determinação do consumo da iluminação instalada. . . . .	43
5.2	Esquema eléctrico da alteração a realizar na iluminação. . . . .	44
5.3	Fluxos de caixa cumulativo para a substituição da iluminação. . . . .	44
5.4	Iluminação natural na Renault CACIA. . . . .	45
5.5	Diagrama de carga do secador instalado no compressor 5. . . . .	46
5.6	Diagrama de carga do secador instalado no compressor 4. . . . .	47
5.7	Diagrama de funcionamento dos secadores. . . . .	47
5.8	Acompanhamento mensal do valor do ponto de orvalho em 2014. . . . .	47
5.9	Secadores Atlas Copco refrigerado [32]. . . . .	49

5.10	Fluxos de caixa cumulativo para a instalação do secador FD2000 W VSD. . . .	50
5.11	Fluxos de caixa cumulativo para a instalação da caldeira a biomassa. . . . .	51
5.12	Ferramenta desenvolvida para comparação de opções tarifárias. . . . .	51
E.1	Balastros ferromagnéticos instalados na iluminação de emergência. . . . .	xi
E.2	Viabilidade económica da substituição da iluminação. . . . .	xx
E.3	Viabilidade económica instalação do secador refrigerado. . . . .	xx
E.4	Viabilidade económica instalação da caldeira a biomassa. . . . .	xxi



# Lista de Tabelas

2.1	Sector da Indústria - Programas e objectivos. . . . .	12
3.1	Dados relativos a 2013 . . . . .	28
3.2	Consumos energéticos anuais relativos ao ano de 2013. . . . .	28
3.3	Indicadores do SGCIE relativos ao ano de 2013 . . . . .	31
5.1	Consumos e custos anuais da iluminação de emergência . . . . .	43
5.2	Consumo cumulativo dos secadores de adsorção . . . . .	48
5.3	Opções de secadores a instalar[32]. . . . .	48
5.4	Análise de viabilidade económica. . . . .	49
5.5	Economias anuais. . . . .	49
5.6	Distribuição do consumo anual por ciclo horário. . . . .	52
5.7	Economia total das medidas propostas. . . . .	52
5.8	Influência das medidas propostas nos indicadores do SGCIE. . . . .	52
A.1	Sector dos Transportes - Programas e objectivos. . . . .	iii
A.2	Sector Residencial e Serviços - Programas e objectivos. . . . .	iv
A.3	Sector do Estado - Programas e objectivos. . . . .	iv
A.4	Comportamentos - Programas e objectivos. . . . .	iv
A.5	Fiscalidade - Programas e objectivos. . . . .	iv
A.6	Incentivos e financiamento - Programas e objectivos. . . . .	v
B.1	Características das diferentes lâmpadas[19]. . . . .	vii
C.1	Constantes. . . . .	viii
C.2	Conversões energéticas. . . . .	viii
D.1	Preço da energia no ano de 2013. . . . .	ix
D.2	Indicadores energéticos e ambientais relativos a 2008 . . . . .	ix
D.3	Evolução do Consumo Energético Anual Por Ciclos Horário . . . . .	ix
D.4	Indicadores energéticos relativos a 2008 . . . . .	x



# Simbologia e Abreviaturas

**ADENE** Agência para a Energia.

**ARCE** Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia.

**CACIA** Companhia Aveirense de Componentes para a Indústria Automóvel.

**CE** Consumo Específico.

**CFL** Lâmpada fluorescente compacta, do inglês *Compact Fluorescent Lamp*.

**CIE** Consumidores Intensivos de Energia.

**ENE 2020** Estratégia Nacional para a Energia.

**ERSE** Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos.

**FAD** Volume de ar livre, do inglês *Free Air Delivery*.

**FER** Fontes de Energia Renováveis.

**GEE** Gases de Efeito de Estufa.

**GN** Gás Natural.

**GPL** Gás de Petróleo Liquefeito.

**GTC** Gestão Técnica Centralizada.

**HM** Hora Máquina.

**IC** Intensidade Carbónica.

**IE** Intensidade Energética.

**LED** Díodo emissor de luz, do inglês *Light-emitting Diode*.

**PNAC** Programa Nacional para as Alterações Climáticas.

**PNAEE** Plano Nacional de Acção em Eficiência Energética.

**PNAER** Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis.

**PREn** Plano de Racionalização de Energia.

**QREN** Quadro de Referência Estratégica Nacional.

**REN** Redes Energéticas Nacionais.

**SCADA** Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados, do inglês *Supervisory Control and Data Acquisition*.

**SGCIE** Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia.

**tep** Tonelada Equivalente de Petróleo.

**UE** União Europeia.

**VAB** Valor acrescentado bruto.

# 1

Introdução

---



## 1.1 Objectivos

Para a realização deste estágio foram definidos como principais objectivos:

- Melhorar os indicadores energéticos da empresa;
- Reduzir os consumos e custos de energia eléctrica;
- Aumentar a eficiência no processo de secagem do ar comprimido;
- Realização de um estudo de viabilidade para instalação de caldeira a biomassa.

## 1.2 Enquadramento

A Directiva 2012/27/UE, da União Europeia, pretende evidenciar a extrema necessidade de tornar o consumo energético eficiente e, assim, fazer face a dependência energética da UE, que conduz ao aumento de importações de energia, escassez de recursos energéticos e, consequente, aumento das emissões GEE, causadores das alterações climáticas[1].

Promovendo o aumento da eficiência energética, a UE pretende reduzir o consumo de energia primária e, consequentemente, reduzir a importação de energia e as emissões de GEE, atenuando, desta forma, os impactes ambientais associados. Do ponto de vista económico a eficiência energética permite reduzir a relevância das facturas energéticas no sector industrial, aumentando a sua competitividade na UE, estimulando a criação de tecnologias mais eficientes, promovendo o crescimento e desenvolvimento económico e criando postos de trabalho em inúmeros sectores ligados à eficiência energética[1].

No seguimento desta directiva, Portugal definiu uma Estratégia Nacional para a Energia (ENE 2020) de forma a “liderar a revolução energética”, definindo diversas metas e tendo como principais objectivos a redução da dependência energética do país. Desta forma, tais metas visam o aumento da produção de energia recorrendo ao uso de recursos internos; a garantia do cumprimento dos compromissos estabelecidos com a UE; a redução, em 25%, do saldo importador energético através do uso energia produzida a partir de fontes endógenas; a criação de riqueza e a consolidação de um *cluster* energético no sector das energias renováveis; e o desenvolvimento de um *cluster* industrial associado à promoção da eficiência energética.

A ENE 2020 assenta em 5 eixos fundamentais[2]:

- Eixo 1 — Dinamizar os diferentes sectores da economia de forma a criar valor e emprego através da aposta em projectos inovadores nas áreas da eficiência energética e das energias renováveis;
- Eixo 2 — Apostar nas energias renováveis de forma a intensificar e a diversificar o *mix* energético português e, consequentemente, reduzir a dependência externa e aumentar a segurança de abastecimento;
- Eixo 3 — Promover a eficiência energética consolidando o objectivo de redução de 20% do consumo de energia final em 2020;
- Eixo 4 — Garantir a segurança de abastecimento através da manutenção da política de diversificação do *mix* energético, do ponto de vista das fontes e das origens do abastecimento;

- Eixo 5 — Promover a sustentabilidade económica e ambiental como condições fundamentais para o sucesso das políticas energéticas.

Desta forma, a ENE 2020 contribui para o alcançar do ambicioso objectivo de Portugal ser um dos países a "liderar a revolução energética". A aplicação desta estratégia é realizada, entre outros, através do Plano Nacional de Acção em Eficiência Energética (PNAEE), o qual pretende reduzir em 10% a intensidade energética da indústria por via da eficiência, através da celebração de 5 000 acordos de racionalização até ao ano de 2020. A título de exemplo, em 2012, este sector representava 30% consumo energético em Portugal (figura 1.1)[3][2].

As medidas previstas no PNAEE são implementadas através do Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia (SGCIE), destinando-se a instalações de consumidores intensivos de energia (CIE), grupo de instalações industriais no qual se insere a Renault CACIA.

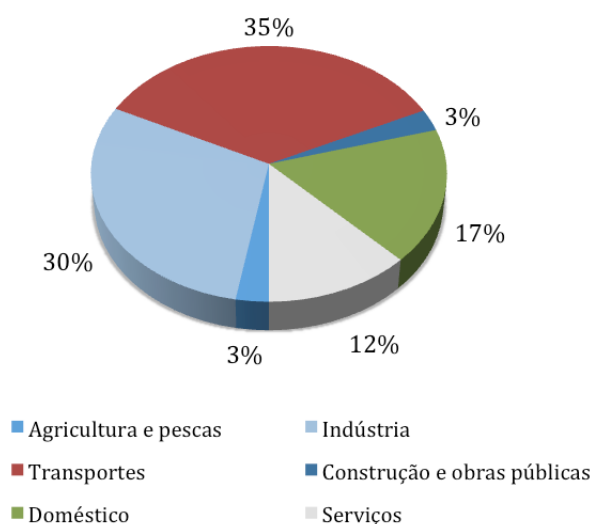


Figura 1.1: Distribuição dos consumos energéticos por sector de actividade[3].

### 1.3 Caso de estudo

O programa de cooperação universitária Galp 20-20-20 realiza-se anualmente de forma a promover a eficiência energética em empresas clientes da Galp Energia. Este programa tem por base a realização de auditorias energéticas e a averiguação dos regulamentos técnicos de energia e segurança em empresas clientes da Galp Energia[4].

No caso concreto deste estágio, a empresa seleccionada pela Galp foi a Renault CACIA, S.A. uma das empresas do ramo automóvel a operar em Portugal, que se dedica à produção de caixas de velocidades e componentes para motores destinados a empresas de montagem de veículos do grupo Renault e Nissan e que se encontra sediada na Junqueira, Aveiro[5].

Do ponto de vista energético, a Renault CACIA encontra-se na fase final da implementação do Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia (ARCE). No ano de 2008, esta empresa foi alvo de uma auditoria energética da qual resultaram os indicadores energéticos utilizados como valores de referência (tabela D.4 em anexo) para a implementação do ARCE, que se iniciou em 2009. Dado que a empresa é um CIE com um consumo anual superior a 1 000 tep,



vê-se obrigada à implementação de um Plano de Racionalização de Energia num período de 6 anos[6].

Deste modo, a Renault CACIA terá que reduzir a sua intensidade energética (IE) e o seu consumo específico (CE) em 6%, em relação aos valores do ano de 2008 (tabela D.4 em anexo) e, pelo menos, manter a sua intensidade carbónica (IC), no período compreendido entre 2009 e 2014[6].

Com este trabalho pretende-se contribuir para que esses objectivos sejam alcançados, através de medidas que permitam reduzir o consumo energético da instalação, preferencialmente, com investimentos e *paybacks* reduzidos. O mesmo foi realizado recorrendo à colaboração da equipa responsável pela manutenção das instalações e gestão de energia da Renault CACIA.

Assim, e de acordo com os objectivos definidos, foi estabelecido um conjunto de soluções com vista à redução do consumo de energia eléctrica através de: renovação da iluminação de emergência da nave industrial; optimização do controlo da iluminação industrial; e, de upgrade do sistema de secagem de ar comprimido. Foi também proposta uma solução, que permite a utilização de fontes de energia renováveis (FER), recorrendo a uma caldeira destinada à produção de água quente industrial alimentada a biomassa. Procedeu-se, ainda, à análise do tarifário da electricidade utilizado, de forma a perceber se a alteração do mesmo seria financeiramente vantajosa para instalação. E, por fim, analisou-se a influência das soluções propostas nos indicadores energéticos da empresa.

## 1.4 Organização do documento

Este documento encontra-se dividido em sete capítulos:

- O capítulo 1 introduz a temática e os objectivos do trabalho, bem como os problemas a resolver;
- No capítulo 2 figura uma revisão à legislação europeia e portuguesa a aplicar com vista ao aumento da eficiência energética e à redução de consumos;
- O capítulo 3 apresenta a abordagem teórica às temáticas sobre as quais os vários problemas propostos irão incidir;
- No capítulo 4 é feita a descrição da empresa e a sua caracterização ao nível dos consumos energéticos, rede interna de supervisão e estado da implementação do SGCIE;
- No capítulo 5 são apresentados os problemas e soluções propostas;
- No capítulo 6 figuram os resultados esperados resultantes da implementação das soluções descritas no ponto anterior;
- O capítulo 7 apresenta as conclusões alcançadas com a realização deste trabalho, bem como as considerações sobre possíveis trabalhos futuros.



# 2

Revisão Bibliográfica

---



O crescimento demográfico mundial a par com o desenvolvimento da civilização, têm assentado essencialmente na exploração de recursos energéticos não renováveis, como o petróleo e o gás natural. O consumo desmesurado destes recursos surgiu acompanhado de problemas graves, nomeadamente, impactes nefastos no meio ambiente e na população mundial.

Em concreto, um desses problemas são as emissões de gases de efeito de estufa (GEE) que, apesar de serem um fenómeno natural, que ocorre de forma a manter o equilíbrio entre fauna, flora e condições climáticas, tem ocorrido de forma continuada e descontrolada, devido ao uso abusivo dos derivados do petróleo e gás natural (GN). Devido a este facto, foi criado o protocolo de Quioto, o primeiro documento internacional para limitar as emissões de GEE nos países desenvolvidos, que tem como objectivo a protecção ambiental e, consequentemente, a saúde humana. Portugal foi um dos países que assinou este protocolo, e desta forma pretende reduzir as suas emissões de GEE[7].

Porém, algumas reformulações foram efetuadas ao protocolo, tendo em conta as evoluções no mercado das novas tecnologias. Deste modo 2012, na Conferência da Nações Unidas sobre as alterações climáticas, realizada em Doha, foi definido um objectivo para 2020, acordando a contínua redução das emissões de GEE em 37 países, representando uma redução de 15% nas emissões mundiais[8][9].

Face à crescente dependência energética, consequência do aumento da procura energética pelas populações para satisfazer as necessidades diárias, e com vista a auxiliar o cumprimento do protocolo de Quioto, a União Europeia (UE) sentiu a necessidade de controlar e tornar mais eficientes os seus consumos energéticos. Para tal, estabeleceu regulamentações capazes, não só, de reduzir os consumos energéticos, mas também de minimizar os impactes ambientais associados à utilização desses recursos, dando ênfase à redução dos GEE[1].

As regulamentações emitidas pela UE, foram estendidas a todos os sectores consumidores de energia, desde os transportes, à indústria, passando pelos serviços, as actividades agrícolas e pescas, a construção e obras públicas e, até, pelo sector doméstico.

Uma vez que o presente trabalho foi desenvolvido numa empresa do sector industrial, na análise da legislação europeia e portuguesa, será dada maior preponderância à regulamentação a aplicar nesse sector.

## 2.1 Análise da Legislação Europeia

A directiva 2012/27/UE do parlamento e do conselho europeus de 25 de Outubro de 2012, veio alterar as directivas 2009/125/CE e 2010/30/UE e revogar as directivas 2004/8/CE e 2006/32/CE, publicadas anteriormente. Esta pretende evidenciar a extrema necessidade de tornar o consumo energético eficiente, tentando fazer face à elevada dependência energética da UE que conduz ao aumento de importações de energia, escassez de recursos energéticos e consequente aumento das emissões GEE, causadores das alterações climáticas[1].

Através da eficiência energética, a UE tem o objectivo de reduzir o consumo de energia primário, reduzindo a necessidade de importação de energia, contribuindo para a redução das emissões de GEE e atenuando, desta forma, os impactes ambientais associados. Do ponto de vista económico a eficiência energética permitiria reduzir a relevância das facturas energéticas na indústria, aumentando a sua competitividade na UE, estimulando a criação de tecnologias mais eficientes, promovendo o crescimento e desenvolvimento económico e criando postos de trabalho em inúmeros sectores ligados à eficiência energética[1].

A presente directiva estabelece um quadro comum de medidas de promoção de eficiência

energética, para que se atinja o objectivo de 20% em matéria de eficiência energética até 2020 na UE; estabelece, também, regras para eliminar obstáculos no mercado de energia e para ultrapassar deficiências do mercado que impeçam a eficiência no aprovisionamento e na utilização de energia; e estimula a criação de objectivos específicos para cada país para 2020, no que à eficiência energética diz respeito. O objectivo da eficiência energética nos Estados-Membros é realizado a nível nacional e é calculado com base no consumo de energia primária ou final, nas economias de energia primária ou final, ou na intensidade energética[1].

Ao serem definidos os objectivos nacionais, são tidos em conta pontos como o de, em 2020, o consumo de energia na UE não exceder 1 474 Mtep de energia primária ou 1 078 Mtep de energia final, as medidas previstas na directiva e as medidas para atingir os objectivos nacionais de economia de energia[1].

Portugal determinou desta forma uma Estratégia Nacional para a Energia (ENE 2020) de forma a “liderar a revolução energética”, definindo diversas metas e tendo como principais objectivos a redução da dependência energética do país: aumentar a produção de energia fazendo uso de recursos internos; garantir o cumprimento dos compromissos; reduzir em 25% o saldo importador energético através do uso energia produzida a partir de fontes endógenas; criar riqueza e consolidar um *cluster* energético no sector das energias renováveis; e desenvolver um “*cluster*” industrial associado à promoção da eficiência energética. A ENE 2020 tem especial atenção, ao desenvolvimento da utilização das energias renováveis, justificado pela contribuição que estas podem oferecer, no seu conjunto, para suprir as necessidades energéticas de Portugal, contribuindo em grande escala para o alcance dos objectivos do país para a ENE 2020[2].

Ao aliar a estas medidas, planos de promoção da eficiência energética e de redução das emissões de GEE, Portugal estendeu desta forma os objectivos da ENE 2020 tornando a sua política energética mais ambiciosa, na medida em que pretende reduzir a dependência energética do país face ao exterior para 74% em 2020, para que progrida no sentido de independência face aos combustíveis fósseis, garantir os compromissos assumidos no contexto das políticas europeias de combate às alterações climáticas, alterando para consumo por fontes de energia renovável 60% da electricidade produzida e 31% do consumo de energia final e, obtenham uma redução de 20% do consumo de energia final concordante com o Pacote Energia-Clima 20-20-20, reduzir 25% do saldo importador energético com a energia produzida a partir de fontes endógenas, criação de riqueza e consolidação de um *cluster* energético no sector das energias renováveis, desenvolvimento um *cluster* industrial associado às indústrias na promoção de eficiência energética e de promover o desenvolvimento sustentável para que Portugal consiga cumprir com os objectivos propostos para com a UE[10].

A ENE2020 assenta em 5 eixos fundamentais, primariamente é uma agenda para a competitividade, o crescimento e independência económico-energética, dinamizando os diversos sectores de economia e emprego, através da disponibilização de fundos para projectos inovadores nas áreas da eficiência energética, das energias renováveis, promovendo a concorrência dos mercados através da consolidação do MIBEL, da criação do MIBGAS e da regulamentação do sistema petrolífero nacional e contribuindo para uma maior independência económico-energética face a flutuações externas; também, aposta nas energias renováveis promovendo o desenvolvimento na indústria para um crescimento económico e de emprego, permitindo atingir as metas nacionais de produção de energia renovável, promovendo a diversificação de proveniência de abastecimento de fontes de energia no País, aumentando a segurança no aprovisionamento e consequente independência energética; promove a eficiência energética para o objectivo de redução de 20% do consumo de energia final em 2020, apresentando medidas com-

portamentais e fiscais, como também em projectos inovadores, tais como, redes inteligentes e veículos eléctricos, a produção descentralizada, através de fontes renováveis e melhoramentos na iluminação pública, residência e serviços; posteriormente tem como objectivo, garantir a segurança do abastecimento através da manutenção da política de diversificação do mix energético (diversificação nas fontes e origens do abastecimento), e do reforço das infraestruturas de transporte e armazenamento que permitam a consolidação do mercado ibérico; por ultimo promove a sustentabilidade económica e ambiental para que a política energética tenha sucesso e se concretize, com recurso a instrumentos de política fiscal.

## 2.2 Plano Nacional de Acção em Eficiência Energética

De acordo com as metas europeias “20-20-20”, que têm como objectivo a redução das emissões de gases de efeito de estufa em 20% (em relação ao valor de 1990), a incorporação 20% de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto e a redução em 20% no consumo de energia primária, a atingir até 2020, Portugal foi mais além que o estipulado no que concerne para a eficiência energética, tendo estabelecido como objectivos, a redução em 25% do consumo geral de energia primária e um objectivo específico para a administração pública de redução de 30%. Na questão da utilização de energias provenientes de fontes renováveis endógenas, as metas são de 31% do consumo final bruto de energia e de 10% da energia utilizada nos transportes ser oriunda de fontes renováveis[11].

De forma a aumentar a eficiência energética, Portugal rege-se, essencialmente, pelos seguintes planos/programas:

- Plano de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE);
- Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis (PNAER, a abordar na secção 2.3.1);
- e Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC).

Estes planos/programas, de fundamento energético e ambiental, estabelecem metodologias a realizar com vista ao alcance das metas e ao cumprimento dos compromissos internacionais, no que respeita à eficiência energética, bem como à utilização de energia proveniente de fontes renováveis[11].

O programa inicial do PNAEE, aprovado em 2008, estabelecia como meta uma redução de 10% no consumo de energia final até 2015, definindo 50 medidas, distribuídas por 12 programas e associadas a 4 sectores (figura 2.1)[11].

No entanto, posteriormente essas metas foram alteradas, através da ENE2020, aumentando para 20% a redução do consumo de energia final até 2020. No entanto, Portugal foi ainda mais ambicioso, uma vez que definiu uma meta de 25% até 2020 no que à redução de consumo da energia primária diz respeito.

As principais medidas e objectivos que constam no PNAEE com o objectivo de atingir uma redução de 10% em 2015 e 20% em 2020 (que figuram nas tabelas de A.1 a A.6) encontram-se distribuídas pelos diferentes sectores de actuação, para os quais são apresentados os programas a aplicar e, conseqüentemente, os objectivos a alcançar com a aplicação desses programas. No âmbito deste trabalho aplicam-se, essencialmente, as medidas destinadas à indústria (tabela 2.1), no entanto as medidas destinadas aos transportes, escritórios e alteração de comportamentos (figuras A.1, A.2, A.4, respectivamente) deverão ser tidas em conta, com

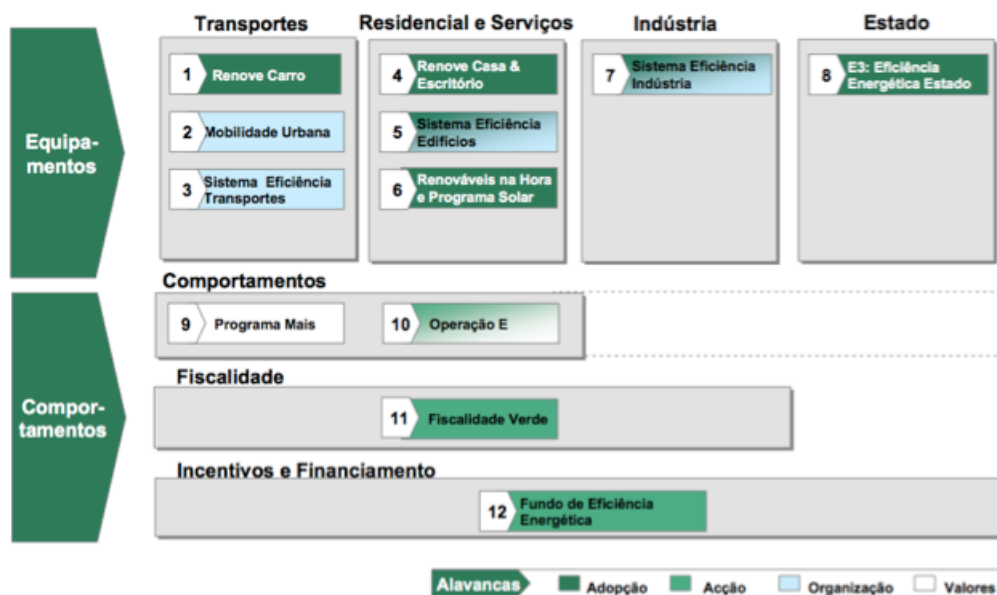


Figura 2.1: Aplicação do PNAEE aos diferentes sectores[12].

vista ao aumento da eficiência nos escritórios e nas eventuais frotas destas empresas, bem como à alteração dos comportamentos dos seus funcionários.

Tabela 2.1: Sector da Indústria - Programas e objectivos.

Programa	Objectivos a alcançar
7 - Sistemas de Eficiência Energéticos na indústria	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reduzir em +10% a intensidade energética da indústria até 2020, por via da eficiência energética;</li> <li>✓ 5 000 acordos de racionalização celebrados até 2020;</li> </ul>

As medidas do PNAEE destinadas ao sector da indústria são implementadas de duas formas, sendo a primeira o Sistemas de Gestão de Consumos Intensivos de Energia (SGCIE) e a segunda um programa para a energia competitiva na indústria.

Em relação ao primeiro ponto, o SGCIE, será abordado na secção 2.2.1 onde será descrito o seu âmbito e a forma como se encontra estruturada a sua implementação.

Em relação ao segundo ponto, o apoio é facultado através de medidas de poupança transversais, como a optimização de motores eléctricos, produção de frio e calor, iluminação eficiente, entre outras; e medidas específicas, como por exemplo através da optimização de fornos de cerâmica, bem como a promoção de ações de formação e sensibilização dos gestores de energia das empresas e a monitorização das medidas nos acordos de racionalização energética [13].

O PNAEE apoia, também, os operadores com acordos de racionalização dos consumos de energia, pela isenção de ISP, ressarcimento parcial dos custos com auditorias energéticas, ressarcimento de 25% dos investimento em equipamentos e sistemas de gestão/monitorização de consumos de energia. Este programa promove, ainda, a instalação/reconversão de sistemas de cogeração, revendo os seus tarifários e regimes de licenciamentos e com incentivos à reconversão para gás natural[13].



No âmbito do QREN são fornecidas, ainda, medidas de apoio através do lançamento de concursos para a eficiência energética no âmbito do sistema de incentivo à qualificação e internacionalização das pequenas e médias empresas e através do financiamento até 35% das despesas com eficiência energética em candidaturas ao sistema de incentivo para a inovação[13].

### 2.2.1 Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia

O Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia (SGCIE) surgiu em 2008, vindo substituir o, até então em vigor, Regulamento de Gestão dos Consumos de Energia de 1983, com o objectivo de promover a eficiência energética e a monitorização dos consumos energéticos em instalações consumidoras intensivas de energia (CIE). Assim, por forma a fomentar a implementação do SGCIE, Portugal promulgou a 15 de Abril de 2008 o Decreto-Lei n.º 71/2008 [6].

Este regulamento aplica-se a todas as instalações CIE que no ano transacto tenham tido um consumo energético anual superior a 500 tep, exceptuando todas instalações de cogeração, as empresa de transportes com frotas próprias consumidoras intensivas de energia, edifícios abrangidos pelos Decreto-Lei n.º 78/2006, 79/2006 e 80/2006 e instalações sujeitas ao PNALE (Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão de CO<sub>2</sub>). Para todas as restantes instalações a aplicação do SGCIE tem um carácter obrigatório (figura 2.2).



Figura 2.2: Âmbito de aplicação do SGCIE[14].

Assim, a adesão ao SGCIE implica o cumprimento de uma sequência de actividades, presentes na figura 2.2, na secção destinada ao operador:

- Proceder ao registo das instalações;
- Efectuar auditorias energéticas no sentido de identificar medidas que contribuam para

a melhoria da eficiência energética da empresa e consequente redução da factura da energia;

- Elaborar um PREn com base nos resultados da auditoria energética e apresentá-lo à ADENE;
- Executar e cumprir o ARCE (PREn já aprovado), sob responsabilidade do engenheiro responsável pela Gestão de Energia e Ambiente, que apoiou a realização desse relatório.

#### **2.2.1.1 Escalões de CIE**

Para a implementação do SGCIE foram estabelecidos dois escalões, nos quais os CIE são enquadrados mediante o seu consumo energético, no ano anterior à adesão ao programa, se encontre entre os 500 e 1 000 tep/ano (1.º escalão), ou superior a 1 000 tep/ano (2.º escalão).

As instalações cujo consumo anual seja inferior a 500 tep/ano poderão aderir voluntariamente ao SGCIE. No entanto, após a celebração do acordo de racionalização de consumo de energia, essas ficarão sujeitas ao cumprimento das metas propostas para o escalão dos consumidores de 500 a 1 000 tep/ano, sendo que o incumprimento dos objectivos definidos para este escalão, levará à aplicação das penalizações previstas para os mesmos[6].

Com vista à identificação do escalão em que cada empresa se enquadra, foram definidos indicadores cujos valores são utilizados como valor de referência nos relatórios dos anos seguintes. Assim, os indicadores referidos são definidos da seguinte forma:

- Consumo específico (CE) definido como o quociente entre o consumo total de energia (considerando apenas 50% da energia resultante de resíduos endógenos e de outros combustíveis renováveis) e o volume de produção.
- Intensidade energética (IE) definida como o quociente entre o consumo total de energia (considerando apenas 50% da energia resultante de resíduos endógenos e de outros combustíveis renováveis) e o valor acrescentado bruto das actividades empresariais directamente ligadas a essas instalações industriais e, sempre que aplicável, pelo quociente entre o consumo total de energia (considerando apenas 50% da energia resultante de resíduos endógenos e de outros combustíveis renováveis) e o volume de produção;
- Intensidade carbónica (IC) que é definida como quociente entre o valor das emissões de gases de efeito de estufa resultantes da utilização das várias formas de energia no processo produtivo e o respectivo consumo total de energia;

#### **2.2.1.2 Consumo entre os 500 e os 1 000 tep/ano**

Fazendo uma análise mais detalhada aos escalões referidos anteriormente, verifica-se que o SGCIE prevê que, no escalão de consumo entre os 500 e os 1 000 tep/ano, a duração do plano seja de 8 anos, de acordo com a figura 2.3, e que seja obrigatório implementar, nos três primeiros anos de aplicação do programa, todas as medidas identificadas com um período de retorno do investimento até cinco anos[6].

Para este escalão está também previsto que as empresas deverão melhorar em 4% ao longo dos 8 anos a sua intensidade energética e o seu consumo específico e pelo menos manter os valores da sua intensidade carbónica[6].

Está ainda prevista a existência de um período de um ano após a implementação do ARCE, no qual as instituições em incumprimento poderão tentar recuperar os desvios ocorridos em relação às metas estabelecidas, com a possibilidade de recuperação de 75% do valor das penalizações aplicadas[6].

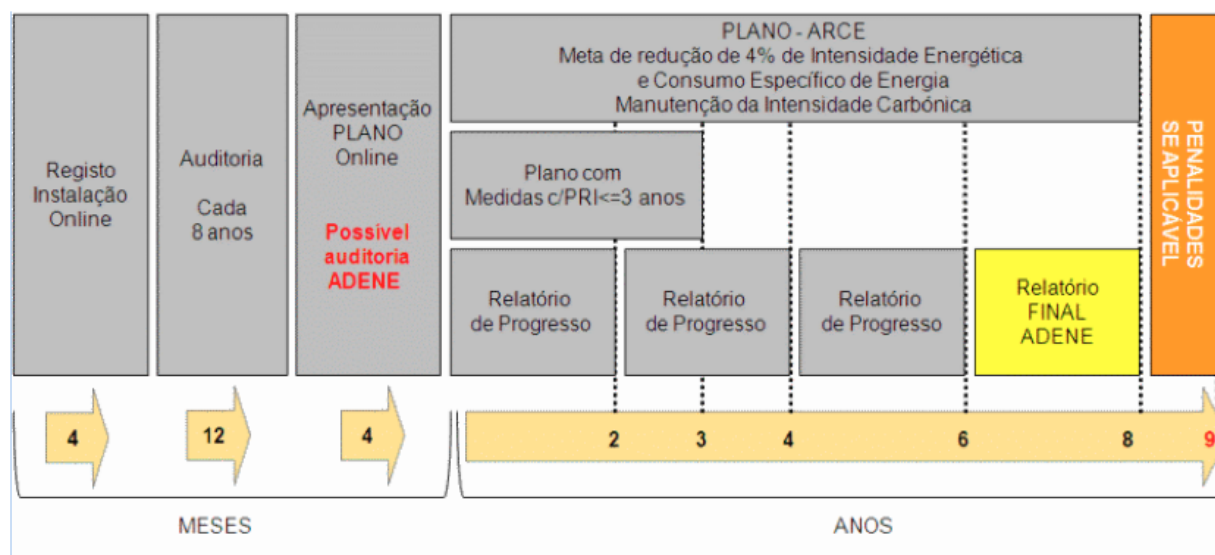


Figura 2.3: Cronograma do SGCIE para consumidores entre 500 e 1 000 tep.

### 2.2.1.3 Consumo superior a 1 000 tep/ano

De forma análoga ao que previsto para o escalão de consumo entre os 500 e os 1 000 tep/ano (em 2.2.1.2), para o escalão cujo consumo seja superior a 1 000 tep/ano prevê-se que a duração do plano de execução seja de 6 anos e a obrigatoriedade da implementação nos três primeiros anos de execução de todas as medidas identificadas com um período de retorno do investimento até três anos, de acordo com a figura 2.4[6].

Para este escalão está também previsto que as empresas deverão melhorar em 6% ao longo dos 6 anos a sua IE e o CE e manter (ou, se possível, melhorar) os valores da IC[6].

De igual modo, existe a possibilidade no ano seguinte à conclusão do ARCE, em caso de incumprimento, as instalações recuperarem 75% do valor das penalizações, caso os desvios sejam corrigidos[6].

### 2.2.1.4 PREn / ARCE

Após o enquadramento das empresas nos respectivos escalões elabora-se o Plano de Racionalização de Energia (PREn), que resulta da agregação das medidas resultantes da auditoria energética, referindo as análises de consumos e custos das diversas fontes encontradas, dos indicadores de eficiência energética, determinação dos objectivos a que se compromete a cumprir, realização da viabilidade técnico-económica das medidas a aplicar e a calendarização de implementação e consequente impacto das medidas nos diversos indicadores[15].

O PREn adopta a designação de ARCE, após a aprovação da Direção Geral da Energia e Geologia.

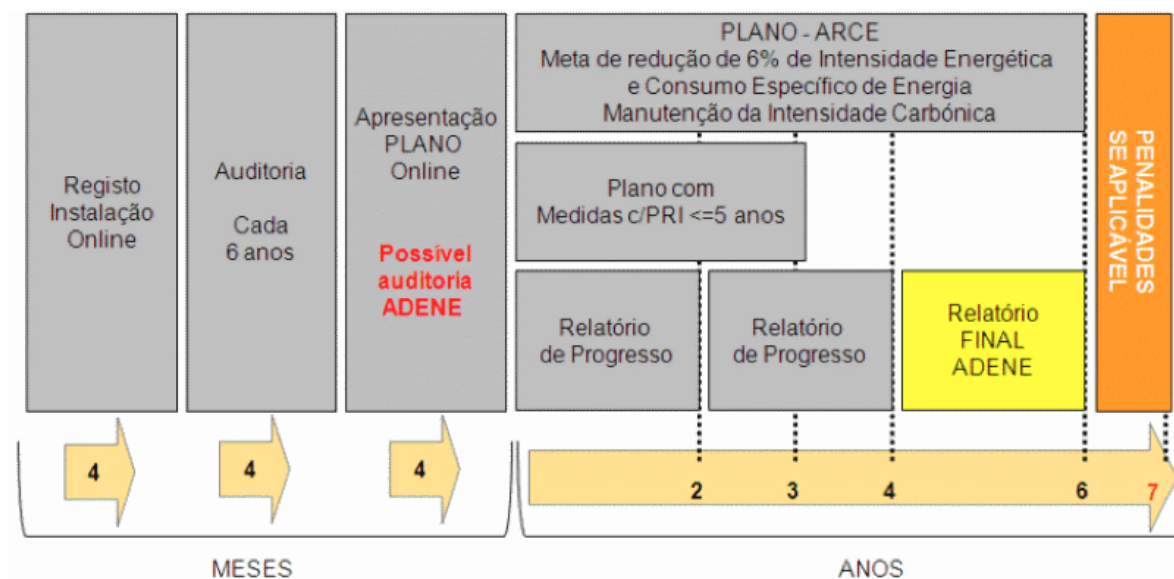


Figura 2.4: Cronograma do SGCIE para consumidores acima de 1 000 tep.

Ao serem avaliadas, as empresas que sejam CIE, ficam comprometidas a registar as instalações no portal da ADENE, a proceder auditorias energéticas, a conceberem um PREn e a proceder à execução desse com o apoio de um técnico ou uma entidade credenciada para o efeito (figura 2.2).

As auditorias energéticas são métodos de diagnóstico energético às instalações, e têm em conta as condições de utilização de energia, a concepção e estado da instalação, para determinar oportunidades de redução de consumos energéticos, permitindo elaborar, posteriormente, o PREn[6].

O objectivo das auditorias energéticas são: identificar e caracterizar dinâmicas energéticas dos sistemas e processos industriais; elaborar planos de racionalização energética, com medidas para a redução de consumos, com indicação de benefícios económicos a obter, e calendarizar a sua implementação; definir benefícios colaterais, tais como a redução das emissões de GEE; dar cumprimento legal, no âmbito do SGCIE e fornecer conhecimentos e informação energética fiável que permita um papel mais activo na gestão dos consumos energéticos[16].

A metodologia de auditoria energética pode ser descrita em quatro passos:

1. Planeamento e recolha de informação sobre a instalação a efectuar a auditoria, estabelecer objectivos a realizar e planear o trabalho a efectuar;
2. Seguidamente, procede-se uma recolha de dados de características técnicas e regimes de funcionamento dos equipamentos, medições eléctricas e térmicas dos equipamentos assumidos como consumidores de energia mas preponderantes, identificando potenciais medidas de economia de energia;
3. Após a realização das etapas anteriores, procede-se o tratamento e análise dos dados obtidos, desagregando os consumos de energia pelos sectores/produtos, determinando os indicadores de eficiência energética (o CE, a IE e a IC), quantificando as medidas de racionalização de energia;

4. Por fim, elabora-se o relatório, onde deve constar toda a informação obtida, a análise energética às instalações, pontos críticos encontrados e propostas de melhoria[15].

## **2.3 Planos Nacionais Complementares**

### **2.3.1 PNAER**

O Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis (PNAER), actualmente PNAER 2020, uma vez que esta edição deste programa toma, como valores de referência, os dados do ano de 2010 e estabelece metas a atingir de 2013 a 2020, é um programa complementar ao PNAEE. Assim sendo, trata-se de outra ferramenta de planeamento energético, que estabelece uma forma de alcançar as metas/compromissos internacionais, assumidos por Portugal, no que diz respeito à eficiência energética e à utilização de energia proveniente de fontes renováveis[11].

Assim, está prevista uma redução de 18% na capacidade instalada em tecnologias baseadas em fontes energia renováveis face ao ano de 2010. Assim o PNAER estabelece a introdução de glsFER em três sectores com grandes consumos energéticos: em sistemas de aquecimento e arrefecimento, nos transportes e na electricidade, com a quota de electricidade de origem renovável a aumentar dos 55% para os 60%, em relação ao PNAER anterior[11].

Deste modo espera-se que, no horizonte temporal de 2013 a 2020, seja possível cumprir as metas estabelecidas de redução de 25% dos consumos de energia primária e de 30% de redução na Administração Pública, possibilitando o alcance dos objectivos definidos pela UE de redução de 20% dos consumos de energia primária até 2020[11].

### **2.3.2 Outros planos complementares**

Existem ainda outros planos nacionais, que complementam os planos referidos anteriormente, como o Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE), aplicável a instalações fortemente emissoras de GEE, ou como o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), que define um conjunto de políticas e medidas com vista à redução de emissões de GEE nos diversos sectores de actividade, demonstrando a preocupação europeia e, consequentemente, nacional dada às questões energéticas e ambientais. No entanto, estes programas/planos encontram-se fora do âmbito de aplicação deste estágio. Não obstante, o trabalho será desenvolvido focalizado, essencialmente, na implementação do PNAEE, poderá contribuir para que os resultados desses outros programas sejam atingidos, uma vez que o aumento de eficiência energética e a utilização de FER, contribui de forma significativa para a redução das emissões de GEE.

## 2.4 Iluminação

Quando se pensa em iluminação, a ideia que surge é a de um filamento disposto dentro de um ampola de vidro preenchida com um gás inerte que emite radiação do espectro de luz visível quando atravessada por corrente eléctrica. Este conceito de iluminação surgiu durante o século XIX (1801) pela mão do britânico Humphry Davy. No entanto, foi com Thomas Alva Edison, em 1879, com a sua lâmpada incandescente (figura 2.5) que se iniciou a comercialização da mesma e, desde então, a sua utilização foi massificada[17].

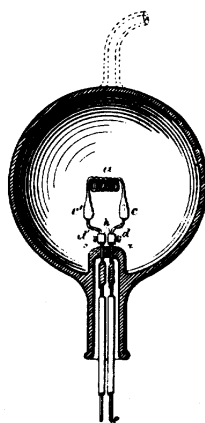


Figura 2.5: Lâmpada desenvolvida por Thomas A. Edison (adaptado de[18]).

Actualmente as lâmpadas apresentam diferentes características, destacando-se: o rendimento luminoso, o tempo de vida útil, o índice de restituição cromática e a temperatura de cor. O rendimento luminoso (medido em  $\text{lm/W}$ ) consiste num rácio entre o fluxo luminoso (medido em lúmen,  $\text{lm}$ ) e a potência da lâmpada ( $\text{W}$ ), permitindo avaliar o rendimento do processo de conversão de energia em luz, assim, quanto maior esse rácio, mais eficiente será a lâmpada.

Por sua vez, o tempo de vida útil (medido em horas) é definido como o tempo necessário para que, numa amostragem de lâmpadas, o fluxo luminoso seja reduzido em cerca de 25% das lâmpadas em teste. Este é um dos aspectos que mais distingue as diferentes tecnologias de iluminação, com as tecnologias mais recentes a apresentarem tempos de vida útil cada vez maiores.

Outra característica é o índice de restituição cromática ( $R_a$ ) que contabiliza, numa escala de 0 a 100, a capacidade de uma fonte de luz reproduzir as cores. Um índice de restituição cromática de 100 indica que a lâmpada em questão permite que todas as cores sejam correctamente identificadas.

Por fim, a temperatura da cor (medida em Kelvin,  $\text{K}$ ) sendo, basicamente, a cor da luz emitida. A temperatura de cor é estabelecida com base na distribuição de energia da luz emitida à medida que a temperatura de um corpo negro é elevada a partir do zero absoluto e, em termos de iluminação ambiente, idealmente, deverá encontrar-se entre os 2 700  $\text{K}$  e os 5 000  $\text{K}$ , mediante as características do ambiente a ser iluminado. Comummente, as gamas de temperatura mais baixa, são designadas como temperaturas mais quentes, por outro lado gamas de temperatura mais elevadas, são designadas como cores mais frias (gráfico da figura 2.6)[19].

Actualmente, existem diferentes tecnologias de lâmpadas, que se distinguem pelo seu prin-

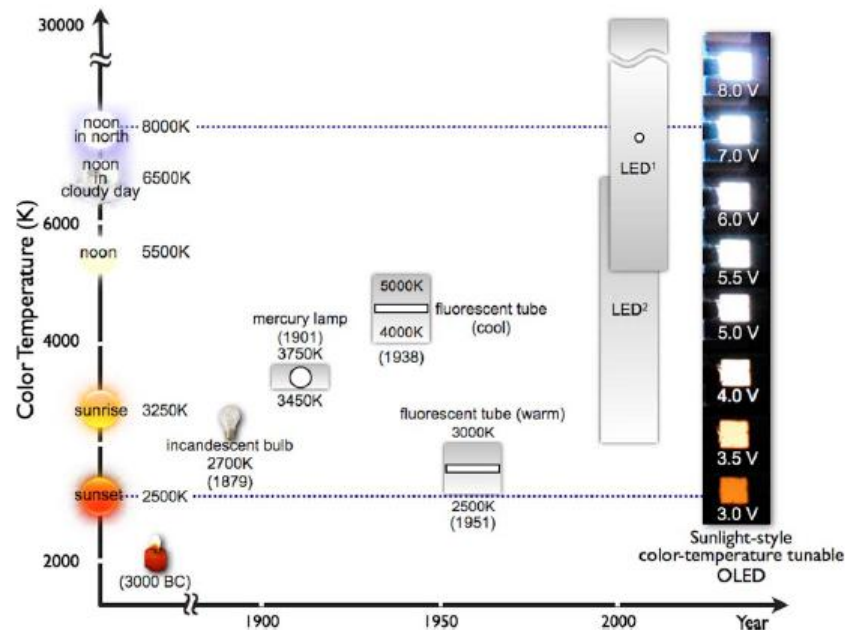


Figura 2.6: Temperatura de cor da luz de diferentes lâmpadas (de [20]).

cípio de funcionamento e pelas diferentes características que apresentam. Estas são classificadas mediante a seu princípio de funcionamento como lâmpadas incandescentes, de descarga, de indução ou de díodos emissores de luz (LED).

Na tabela B.1, presente no Anexo B.1, são apresentadas as principais características dos diferentes tipos de lâmpadas.

### 2.4.1 Iluminação incandescente

A iluminação incandescente mantém o princípio de funcionamento da lâmpada de Edison, apresentando um tempo de vida útil de 1 000 a 2 000 horas de funcionamento, um rendimento típico de 12 lm/W e uma temperatura de cor entre os 2 000 K e os 3 300 K. Desta forma, verifica-se que este tipo de iluminação apresenta um rendimento bastante baixo, sendo a sua utilização justificada pelo seu, igualmente, baixo custo [19][21].

No entanto, este tipo de iluminação caiu em desuso na UE, devido à adopção, a 1 de Setembro de 2009, de políticas de supressão progressiva do uso deste tipo de tecnologia em detrimento por outras com maior eficiência energética[22].

Em Portugal, a exemplo do que sucedeu na UE, pela implementação de uma medida de *phase-out* de lâmpadas incandescentes, prevista no PNAEE (presente na tabela A.2) foi possível obter uma poupança energética de 48530 tep entre 2008 e 2010[11].

### 2.4.2 Iluminação de descarga

O funcionamento destas implica a utilização de um arrancador, para despoletar o funcionamento da lâmpada, e um balastro (ferromagnético ou electrónico), que limita a corrente a passar no interior da lâmpada. Este tipo de iluminação caracteriza-se pelo seu elevado tempo de vida e baixo consumo energético[23].



Nesta categoria enquadram-se as lâmpadas fluorescentes, as lâmpadas de vapor de mercúrio (de alta e baixa pressão), as lâmpadas de vapor de sódio e as lâmpadas de iodetos metálicos[19].

As lâmpadas fluorescentes distinguem-se entre T5, T8, T12 (estas também já em desuso) e fluorescentes compactas (CFL) e apresentam uma eficiência elevada, um custo reduzido, permitem uma boa restituição de cor e apresentam um tempo de vida de 8 000 horas[19].

As lâmpadas existentes na nave industrial da Renault CACIA são, essencialmente, lâmpadas fluorescentes tubulares T8 (na nave industrial), cuja folha de características figura no anexo E.1.

### 2.4.3 Iluminação de indução

As lâmpadas de indução, são uma nova categoria de lâmpadas, na qual se enquadram as lâmpadas de enxofre e as lâmpadas fluorescentes de indução, estas, como o próprio nome indica, baseiam o princípio de funcionamento na indução electromagnética[19].

No caso da lâmpada de enxofre o seu funcionamento baseia-se numa pequena esfera de vidro especial, montada na antena de um *magnetron*, quando atravessado por uma corrente eléctrica, provoca a excitação o enxofre dentro da esfera de forma semelhante ao funcionamento das lâmpadas de descarga, emitindo uma luz muito intensa e com um tom levemente azulado[19].

Por outro lado, a lâmpada fluorescente de indução (de acordo com a figura 2.7) é constituída por um tubo fechado, no qual ocorre a aceleração de electrões livres contidos no seu interior, pela aplicação de um campo magnético de elevada frequências, gerado pelas bobinas enroladas no exterior. A colisão dos electrões livres com os átomos de Mercúrio no interior do tudo, causa a excitação dos electrões, emitindo radiação ultravioleta que é, posteriormente, convertida em radiação visível ao atravessar o revestimento de fósforo (cobertura fluorescente) da superfície do tubo[24].

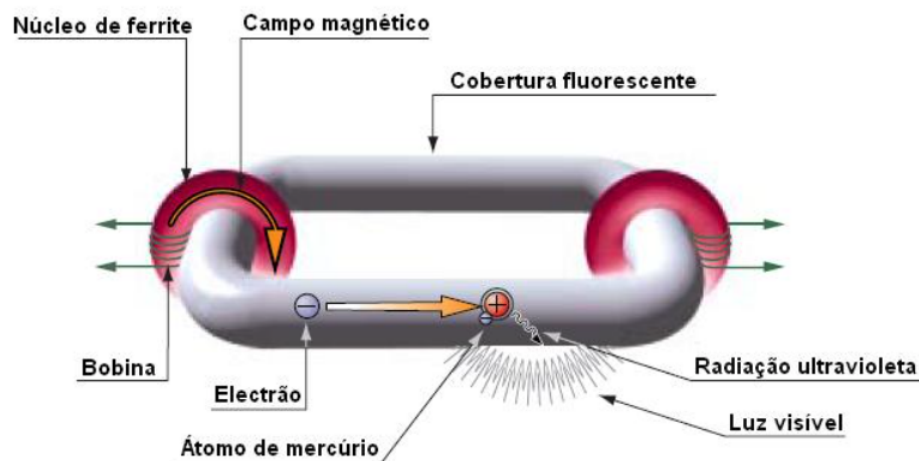


Figura 2.7: Funcionamento de uma lâmpada fluorescente de indução (de [19]).

Como características mais importantes destas novas tecnologias destacam-se o elevado tempo de vida útil (entre 60 000 e 100 000 horas), a sua eficiência entre os 75 e 95 lm/W e um índice de restituição de cor de 85, no caso da lâmpada fluorescente de indução (de acordo com a tabela B.1)[19].



#### 2.4.4 Iluminação de LED

As lâmpadas LED (do inglês *Light Emitting Diode*) são constituídas por circuitos electrónicos (diodos) que, quando atravessados por uma corrente eléctrica, emitem radiação na gama da luz visível[19].

Este tipo de lâmpadas são constituídas por um encapsulamento de uma resina epoxy, dois terminais condutores (cátodo e ânodo), um circuito integrado (material semiconductor) e um fio que estabelece o contacto entre o cátodo e o ânodo (figura 2.8)[19].

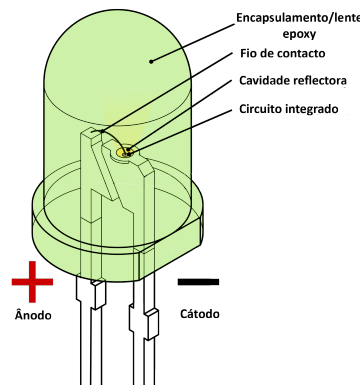


Figura 2.8: Esquema de uma lâmpada LED (adaptado de [25]).

O circuito integrado (um diodo) encontra-se instalado numa superfície cónica reflectora instalada no cátodo e é conectado ao ânodo pelo fio condutor. Ao ser estabelecida uma diferença de potencial entre os terminais (cátodo e ânodo), promove-se a troca de electrões e lacunas na junção P-N do semiconductor, sendo emitida luz (figura 2.9)[19][26].

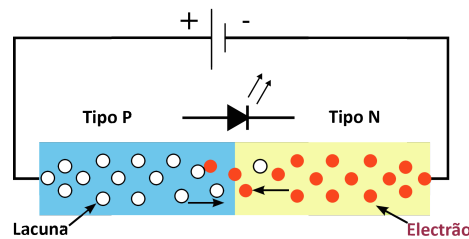


Figura 2.9: Princípio de funcionamento de uma junção P-N (adaptado de [27]).

Este tipo de iluminação dispensa a utilização de arrancadores e, além de apresentarem um tempo de vida útil elevado e um reduzido consumo energético, destaca-se dos restantes tipo de iluminação pelo facto da radiação por si emitida ser, exclusivamente, da gama visível[19].

## 2.5 Secadores de ar comprimido

Existem várias tecnologias de secadores de ar comprimido de entre as quais se destacam: os secadores de adsorção, os secadores refrigerados e os secadores de membrana. Esta última tipologia de secadores de ar comprimido, em que um filtro remove a água líquida, óleo e/ou

partículas existentes no ar comprimido, são secadores que não necessitam de qualquer alimentação eléctrica para funcionamento. No entanto, estes secadores encontram-se dimensionados apenas para caudais de ar até cerca de 50 L/s, o que invalida a sua utilização no âmbito deste trabalho, não sendo, desta forma, a sua análise importante neste contexto[28].

### 2.5.1 Secadores por adsorção

Os secadores por adsorção baseiam o seu funcionamento na passagem do fluido, que se pretende secar, por uma determinada quantidade de um material adsorvente[29].

No caso dos secadores de ar, utiliza-se alumina e tamiz molecular, como material adsorvente, que pela sua elevada porosidade, retêm as moléculas de água na sua superfície porosa, num processo físico denominado por adsorção. Estes materiais podem depois ser regenerados, ou seja, ver revertido o processo de adsorção, através do aquecimento do material adsorvente a temperaturas entre os 100°C e 200°C, num processo designado por regeneração. No entanto, vão perdendo a cada ciclo de regeneração parte da sua capacidade de adsorção, sendo necessário substituir o material adsorvente periodicamente[29].

Assim, o funcionamento do secador consiste em dois processos distintos: o processo de secagem do ar comprimido e o processo de regeneração do material adsorvente. Estes processos ocorrem em simultâneo e de forma alternada, uma vez que, enquanto uma das torres do secador se encontra em regeneração (B), a outra realiza a secagem do ar comprimido (A), como pode ser verificado na figura 2.10[30].

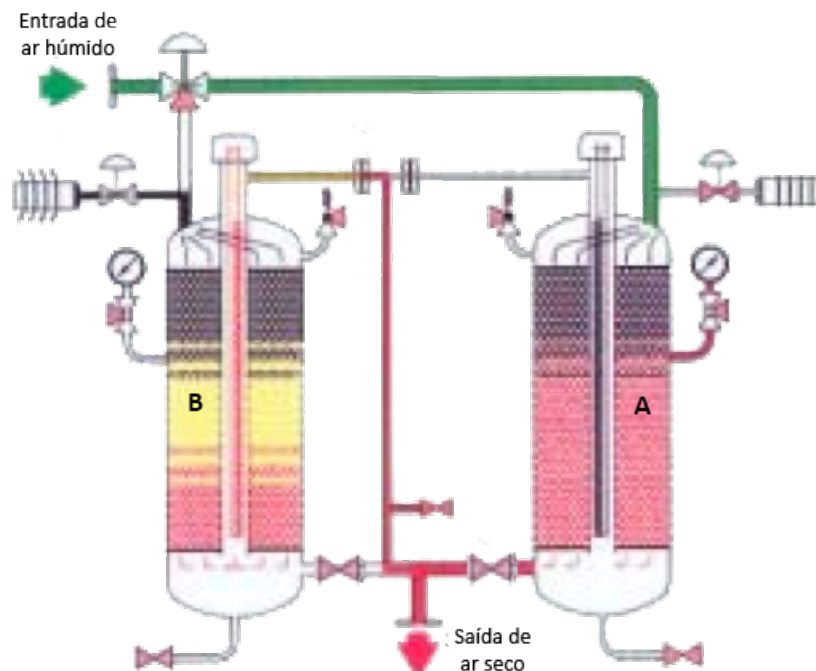


Figura 2.10: Funcionamento de um secador por adsorção (adaptado de [29]).

### 2.5.2 Secadores refrigerados

Os secadores refrigerados desumidificam o ar comprimido reduzindo a sua temperatura de forma a que a água que este contém condense e possa ser removida.

Estes equipamentos possuem dois circuitos distintos: o circuito de ar comprimido e o circuito do refrigerante.

No circuito do ar comprimido, o ar húmido entra em (A), sendo pré-arrefecido num permutador ar-ar (B), seguidamente é arrefecido a 3°C num permutador (C), fazendo com que a água nele contida condense e seja purgada (D). Por fim o ar, agora seco, é novamente reaquecido no permutador ar-ar (B) e libertado para a rede de ar comprimido (E)[30].

O circuito do refrigerante opera de forma análoga a qualquer máquina frigorífica, sendo que, após a compressão (F), o gás refrigerante é arrefecido (G) tornando-se liquefeito. Seguidamente, uma válvula de expansão (H) regula o caudal que permitira extrair o calor do ar comprimido no permutador (C), causando a evaporação do refrigerante que será novamente comprimido (F), realizando novo ciclo[30].

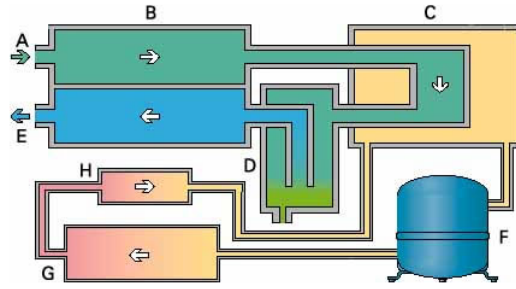


Figura 2.11: Funcionamento de um secador refrigerado (adaptado de [30]).

### 2.5.3 Conceitos importantes

#### 2.5.3.1 Volume de ar livre

O volume de ar livre (FAD), representa a quantidade real de ar comprimido convertido para as condições existentes à entrada do compressor, ou seja, ar a 1,013 bar e 25°C. Esta unidade de volume é comumente utilizada pelas empresas que se dedicam à produção de compressores e secadores de ar comprimido[31].

Como se verá adiante, para que seja possível dimensionar o modelo de secador a instalar, é necessário converter o caudal de ar comprimido produzido para um caudal de ar livre, recorrendo a uma simplificação da Lei dos Gases Ideais (2.1):

$$P * V = m * R * T \quad (2.1)$$

Com P em Pa, V em m<sup>3</sup>, m em kg, R em  $\frac{J}{kg.K}$  e T em K.

Uma vez que a massa de ar (m) é constante, bem como a constante universal dos gases perfeitos (R), pode estabelecer-se a igualdade em (2.2).

$$P_0 * \frac{V_0}{T_0} = P_1 * \frac{V_1}{T_1} \Leftrightarrow V_1 = P_0 * \frac{V_0 * T_1}{T_0 * P_1} \quad (2.2)$$

Sendo, deste modo, possível converter de forma expedita um determinado caudal de ar comprimido em FAD, e vice-versa[31].

### 2.5.3.2 Escoamento em condutas

A Renault CACIA dispõe de uma rede de água destinada à refrigeração dos compressores que opera a uma pressão de 4,200 bar (por uma questão de legibilidade serão utilizados bar em detrimento de Pascal, em que  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ ) e um caudal de água de  $256 \text{ m}^3/\text{h}$ , sendo que a pressão mínima necessária para assegurar o bom funcionamento destes equipamentos é de 3,800 bar.

Uma vez que os secadores a instalar podem ser refrigerados a ar ou a água (sendo os segundos os equipamentos identificados pela letra "W"). Caso se opte pela instalação do equipamento refrigerado a água, surge a necessidade de calcular as perdas de pressão na rede de água de refrigeração, resultante de um desvio de um caudal máximo necessário para a refrigeração do secador de  $5 \text{ m}^3/\text{h}$ [32].

Esse cálculo pode ser realizado determinando o tipo de escoamento do fluido nas condutas, podendo este ser classificado como laminar ou turbulento (2.3)[33].

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} \quad (2.3)$$

Com  $Re$  adimensional,  $\rho$  em  $\frac{kg}{m^3}$ ,  $v$  em  $\frac{m}{s}$ ,  $D$  em  $m$  e  $\mu$  em  $\frac{N.s}{m}$ .

Dado que o fluido utilizado é a água que possui uma massa específica  $\rho = 1000 kg/m^3$ , uma viscosidade dinâmica  $\mu = 0,00101 N.s/m^2$  e que a sua velocidade de escoamento na conduta é  $v = 4,024 m/s$  (pois trata-se de uma conduta com um diâmetro interno  $D_i = 0,150 m$ , e um caudal de água de  $256 m^3/h$ ), aplicando a equação 2.3 é possível o número de Reynolds e, consequentemente o tipo de escoamento. Como  $Re_D = 597634 > 2400$  trata-se de um escoamento em regime turbulento[33].

Uma vez identificado o tipo de escoamento, determinado o valor do coeficiente de atrito ( $f = 0,016$ , pelo diagrama de Moody, para um aço comercial com uma espessura  $\lambda = 0,0045 m$ ) e recorrendo à equação de perdas de carga contínuas, é possível determinar a perda de carga introduzida pela redução de caudal, consequente à utilização dos  $5 \text{ m}^3/\text{h}$  para o secador (2.4).

$$\Delta P_C = f \left( \frac{L}{D} \right) \frac{\rho v^2}{2} \quad (2.4)$$

Com  $\Delta P_C$  em Pa,  $f$  adimensional,  $L$  e  $D$  em  $m$ ,  $\rho$  em  $\frac{kg}{m^3}$ ,  $v$  em  $\frac{m}{s}$ .

Assim, a utilização do referido caudal ( $5 \text{ m}^3/\text{h}$ ) para o secador num tubo com um diâmetro interno  $D_i = 0,060 m$  (diâmetro do tubo de admissão de água para refrigeração do secador), por aplicação da equação 2.4, causará uma perda de pressão  $\Delta P_C = 0,0003 bar$ . Como este valor é bastante inferior a 0,4 bar (diferença entre a pressão de funcionamento e a pressão mínima de funcionamento, referidas anteriormente), os equipamentos refrigerados a água podem ser utilizados, sem influências nefastas no funcionamento da rede existente.

# 3

Caracterização da empresa em estudo

---



### 3.1 Descrição da empresa

Historicamente, a Renault CACIA, S.A. foi fundada em 12 de Fevereiro de 1980 e iniciou a sua actividade laboral em Setembro de 1981, sendo nessa época uma *holding* das empresas Renault Portuguesa, Funfrap e Renault Gest. No entanto, a 01 de Março de 1999, passou a ter autonomia em termos de projectos a realizar alterando a sua designação social para CACIA - Companhia Aveirense de Componentes para a Indústria Automóvel, S.A.. Mais tarde voltou a integrar o grupo Renault passando este, a ser o seu único accionista, assumindo a designação de Renault CACIA, S.A..

O complexo instalado na Junqueira possui cerca de 70 000m<sup>2</sup> de área coberta distribuídos por vários edifícios ao longo de 300 000m<sup>2</sup>. A nave industrial (figura 3.1) em forma de "U" engloba os seguintes edifícios:

- Edifício 1 - Fabricação de componentes para caixas de velocidades (com 14 400m<sup>2</sup>);
- Edifício 2 - Fabricação de componentes para motores (com 16 800m<sup>2</sup>);
- Edifício 3.1 - Montagem de caixas de velocidades (com 4 800m<sup>2</sup>);
- Edifícios 3.2 e 3.3 - Armazéns de Aprovisionamento e Expedição com 9 600m<sup>2</sup>).

Actualmente esta empresa opera em contínuo, sendo que o regime de laboração é de 24h/dia (dividido em três turnos de 8 horas) de segunda a sexta e em turnos de 12 horas durante os fins de semana, perfazendo um total 340 de dias de trabalho anual (8 160h/ano), empregando 1 144 colaboradores efectivos[5].

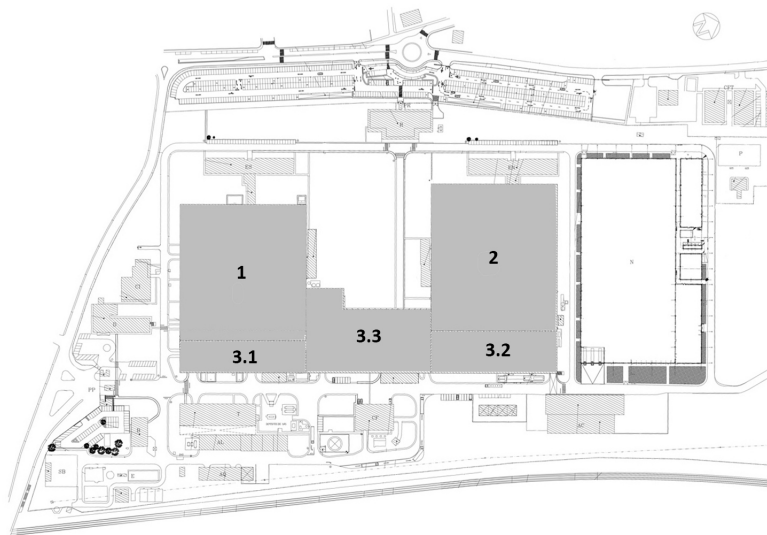


Figura 3.1: Planta das instalações da Renault CACIA

A produção da fábrica encontra-se distribuída por 5 ateliers: o atelier 1 de maquinação de componentes para Caixas de Velocidades, peças brancas e peças negras; o atelier 2 de maquinação de cárteres, eixos e caixas diferenciais; os ateliers 3 e 4 de maquinação de componentes para motores; e, por fim, o atelier 5 de montagem de caixas de velocidades, que se encontram distribuídos pela nave industrial. Essa produção permitiu à Renault CACIA, obter os resultados presentes na tabela 3.1.

Tabela 3.1: Dados relativos a 2013

Produção anual	1 644 690	HM*
VAB	47 499 432	€
Consumo Energético	11 699,58	tep
Gases Efeito Estufa	25 824,61	tCO <sub>2</sub> e

\*HM - Horas Máquina

Uma vez que existe a necessidade de estabelecer referências e comparações da produção e dos consumos energéticos a esta associados, a Renault CACIA definiu uma unidade equivalente de produção, a Hora Máquina (HM), que corresponde ao produto da actividade pelo tempo mínimo operatório e pelo tempo standard *ouvrable*.

## 3.2 Consumos Energéticos

Nestas instalações, o cabaz energético é composto por energia eléctrica, gás natural, GPL e gasóleo, sendo que a electricidade representa a fatia mais importante do consumo, seguindo-se o gás natural (tabela 3.2 e gráfico 3.2).

Tabela 3.2: Consumos energéticos anuais relativos ao ano de 2013.

Energia Utilizada	Consumo anual		
En. Eléctrica	50 816 470	kWh	10 926 tep
Gás Natural	419 281	m <sup>3</sup>	379 tep
Gás Propano	35,84	ton	40 tep
Gasóleo	8 240	L	7 tep
GPL	70,51	ton	79 tep

Em termos de energia eléctrica a Renault CACIA é fornecida em alta tensão (60kV) pela Endesa e possui, nas suas instalações, dois transformadores para 15kV os quais distribuem a electricidade para os vários postos de transformação distribuídos pela fábrica.

Os restantes combustíveis, como o gás natural, o gasóleo, o propano a granel e o GPL, são fornecidos a esta empresa pela Galp Gás Natural, SA, pela Petrogal, SA (propano a granel e GPL) e pela Bongás Energias, SA.

### 3.2.1 Consumo de energia eléctrica

Sendo a energia eléctrica a principal fonte energética representando, cerca de, 96 % dos consumos anuais de energia (tabela 3.2), existe a necessidade deste consumo ser analisado de forma mais detalhada.

Deste modo, através da análise do gráfico da figura 3.3 (dados presentes na tabela D.3) verifica-se que, actualmente, o maior consumo é realizado no horário de Cheio, ao qual se segue o consumo nas horas de Vazio.

Recorrendo ao gráfico da figura 3.4 (dados presentes na tabela D.3), denota-se uma tendência de deslocação dos consumos energéticos para os ciclos horários em que a energia eléctrica tem um custo mais baixo, embora esta tendência, tenha sofrido um revés no ano de 2013.



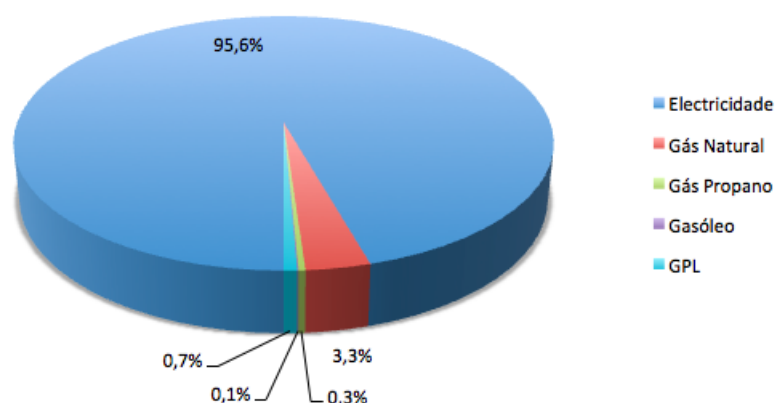


Figura 3.2: Distribuição dos consumos energéticos em % (dados da tabela 3.2).

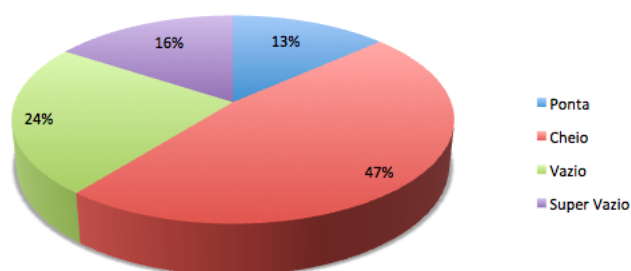


Figura 3.3: Desagregação do consumo de energia eléctrica por ciclo horário em 2013.

Verifica-se, ainda, um aumento do consumo de electricidade da Renault CACIA, essencialmente, através de um aumento do consumo nas horas de Cheio.

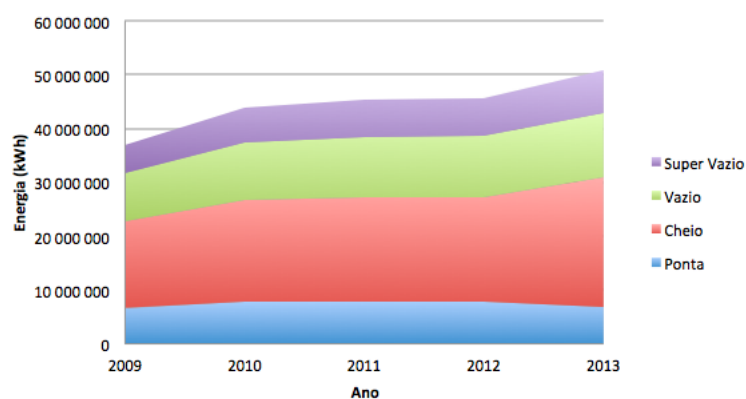


Figura 3.4: Evolução dos consumos energéticos por ciclo horário

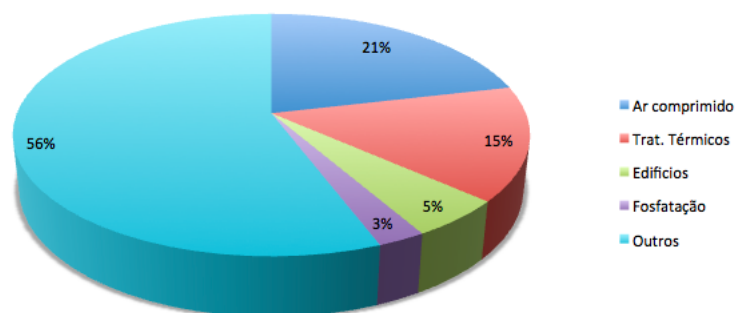


Figura 3.5: Consumidores mais relevantes de energia eléctrica.

### 3.2.2 Consumo de gás natural

O consumo de gás natural que representa, cerca de, 3,3 % das consumos anuais de energia (tabela 3.2), apresenta uma distribuição "em forma de sino", com a maioria do consumo a ocorrer entre Dezembro e Março, de acordo com o gráfico da figura 3.6.

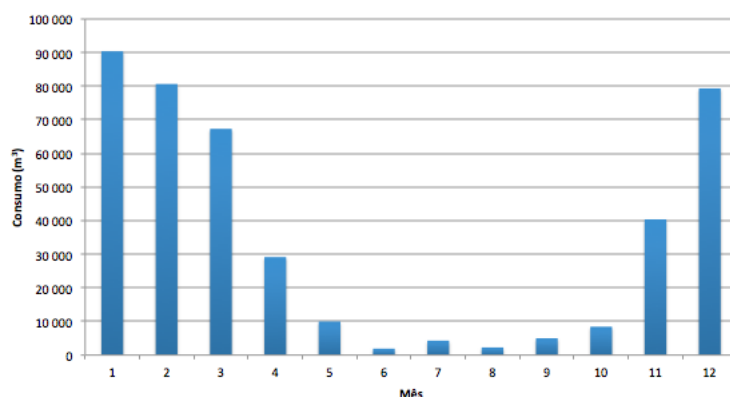


Figura 3.6: Consumo anual de gás natural no ano de 2013.

Esta distribuição deve-se ao facto do consumo de gás natural se destinar, maioritariamente (90,8 % do consumo), à climatização da nave industrial. Os restantes 9,2 % destinam-se à utilização em tratamentos térmicos das peças produzidas.

## 3.3 Implementação do SGCIE

À luz da legislação que actualmente vigora em Portugal, a Renault CACIA é considerada um consumidor intensivo de energia (CIE), uma vez que o seu consumo energético anual é superior a 500 tep, tendo registado em 2013 um consumo energético anual de 11 699,58 tep.

Deste modo, após a auditoria às instalações em 2008, a implementação do SGCIE em 2009 foi considerada obrigatória, ficando a empresa abrangida pelas medidas destinadas ao

escalon de CIE cujo consumo energético se encontra acima de 1 000 tep/ano, com vista ao cumprimento das metas estabelecidas para esse mesmo escalon.

Posto isto, actualmente, a Renault CACIA encontra-se no último biénio de implementação do SGCIE, mais propriamente, no último ano, tendo que apresentar no final de 2014 o último relatório relativo ao controlo da execução e progresso do PREn. Caso não atinja as metas definidas em 2008, terá 1 ano para implementar novas medidas que lhe permitam alcançar esses objectivos sob pena de sofrer penalizações.

### 3.3.1 Indicadores Energéticos

A tabela 3.3 apresenta os indicadores energéticos e ambientais da Renault CACIA para o ano transacto que, quando comparados com os valores do ano de referência, apresentados na tabela D.4, revelam que a empresa se encontra em incumprimento no que respeita aos valores da IE e do CE e tendo mantido a sua IC.

Tabela 3.3: Indicadores do SGCIE relativos ao ano de 2013

Intensidade Energética	0,25 kgep/€
CEE	7,11 kgep/HM
Intensidade Carbónica	2,21 tCO <sub>2</sub> e/tep

## 3.4 Medidas de eficiência implementadas

Esta empresa tem-se comprometido bastante com o aumento da eficiência energética no seu processo produtivo, em parte devido à obrigatoriedade de cumprimento dos objectos previstos no SGCIE, mas também devido à necessidade constante optimização de custos por forma a manter a competitividade com as restantes fábricas subsidiárias do grupo Renault.

Para tal, nos últimos cinco anos, e segundo foi possível apurar, procederam à instalação de um sistema de supervisão e aquisição de dados (SCADA) nas instalações, com recurso ao WinCC, designada por Gestão Técnica Centralizada (GTC). Esta veio permitir monitorizar e comandar as instalações ao nível:

- do consumo de energia eléctrica;
- do circuito de ar comprimido e produção do mesmo (controlo da temperatura e pressão);
- do gás natural (consumo instantâneo);
- água (controlo de caudais nas cisternas, ETAR e torres de refrigeração);
- circuito óleo de corte (controlo de caudal, pressão e temperatura nas linhas);
- do AVAC da área fabril (controlo de pressão e temperatura) e janelas (abertura e fecho, tendo em conta, temperatura, humidade e condições climáticas);
- controlo da iluminação fabril;
- correcção do factor de potência da empresa;
- e, por fim, fornecendo a possibilidade de traçar gráficos de evolução dos consumos.

Este sistema, além da possibilidade de definir alarmes para situações anómalas, permite um maior controlo e de forma mais simplificada, uma vez que, a partir de um posto de controlo, é possível monitorizar toda a nave industrial sem a necessidade de deslocação ao local onde se encontra o equipamento e permitindo actuar de forma rápida, caso haja necessidade de corrigir algum parâmetro ou efectuar uma reparação. Permite ainda receber notificações dos alarmes via e-mail ou no telemóvel para que se tenha acesso a essa informação instantaneamente em qualquer local.

Relativamente a medidas de eficiência energética com um efeito directo nos consumos energéticos, foram substituídos 4 motores de 30kW na bombagem de água sobreaquecida por 4 motores de 15kW de alta eficiência (IE3), permitindo uma redução no consumo de energia de 236 267 kWh/ano para 118 134 kWh/ano. De igual modo, foram substituídos motores de 15 kW utilizados da bombagem de água das torres de refrigeração dos compressores por motores de eficiência standard (IE2) e menor potência (11 kW), resultando numa poupança anual de 12% no consumo associado ao funcionamento destes.

Relativamente à iluminação, foram instalados sensores de movimento nas zonas de passagem dos diversos edifícios, com vista à redução dos períodos de funcionamento da iluminação nessas zonas.

Quanto à produção de ar comprimido, a supervisão e controlo desta é assegurada através de um painel existente no sistema de monitorização o qual permite, recorrendo a pressóstatos, controlar a pressão de ar comprimido na rede, garantindo que esta se mantém entre os 5,75 e os 6,25 bar, durante os períodos de funcionamento, e nos 200 mbar nos períodos de paragem. Esta necessidade de manter uma pressão mínima na rede deve-se ao facto de alguns equipamentos necessitarem de manter este mínimo de pressão quando se encontram em *stand-by*.

Ainda relativamente ao ar comprimido foi implementada uma redução no *set point* da pressão de ar comprimido da linha dos 7,0 bar para os 6,0 bar, reduzindo o consumo de energia eléctrica associado à produção do mesmo. Foram, ainda, instaladas válvulas de accionamento pneumático para o corte de fornecimento de ar comprimido nas linhas novas, possibilitando o corte do fornecimento do mesmo, quando as linhas se encontram paradas.

Por fim, encontra-se em conclusão a instalação de um compressor de parafuso e isento de óleo, de velocidade variável, Atlas Copco ZT315VSD-FF de 315 kW, devido ao aumento das necessidades de ar comprimido da fábrica com o arranque de novos projectos. Este compressor adapta a sua velocidade de funcionamento de forma a que a pressão de ar comprimido na linha se mantenha entre os limites definidos, reduzindo as oscilações constantes da pressão consequentes da entrada/saída de funcionamento dos compressores actuais.

Como medidas de gestão de energia, no projecto de aumento de potência da rede de média e alta tensão foi tida em conta a automatização total da Subestação, assim como a sua integração na GTC, tendo todo sistema sido projetado para operar de forma autónoma, tornando possível a adesão ao sistema Nacional de Interruptibilidade. Esta medida permitiu à Renault CACIA começar a prestar um serviço a uma entidade externa (REN), recebendo uma remuneração mensal pelo mesmo, diminuindo, deste modo, o custo médio da eletricidade.

No que a utilização de FER diz respeito, a empresa procedeu à instalação de colectores solares térmicos planos cobertos para aquecimento de águas quentes sanitárias no edifício dos tratamentos térmicos.

# 4

Medidas propostas

---



Por forma a definir onde actuar e qual a solução a desenvolver, procedeu-se a um estudo dos principais problemas apontados pela Renault CACIA.

Deste modo identificaram-se alguns problemas base, cuja solução seria uma mais-valia para a empresa em causa. Assim destacam:

- Renovação da iluminação de emergência da nave industrial;
- Optimização do controlo da iluminação da nave industrial;
- Secadores de ar comprimido;
- Instalação de uma caldeira a biomassa destinada à produção de água quente industrial;
- Análise do tarifário da electricidade.

Seguidamente, estes problemas serão abordados individualmente, sendo apresentado o ponto de situação actual e, no capítulo seguinte, as soluções para os mesmos, bem como os seus resultados.

## 4.1 Renovação da iluminação de emergência da nave industrial

A rede de iluminação de emergência instalada na nave industrial é assegurada por 116 armaduras com lâmpadas T8 da OSRAM, modelo L 58 W/840, de 58W e com uma temperatura de cor de 4000K, cujas especificações técnicas figuram no Anexo E.1, estando acopladas, uma a uma, de balastros ferromagnéticos (figura E.1). Esta iluminação encontra-se ligada 24h/dia, 365dias/ano.

O problema a resolver consiste em encontrar uma solução que permita reduzir o consumo energético associado a esta iluminação.

## 4.2 Optimização do controlo da iluminação da nave industrial

O sistema de iluminação da fábrica é controlado através de uma aplicação desenvolvida localmente com recurso ao WinCC e integrada na GTC, permitindo que a iluminação seja operada em dois modos: um totalmente automático e um manual (figura 4.1).

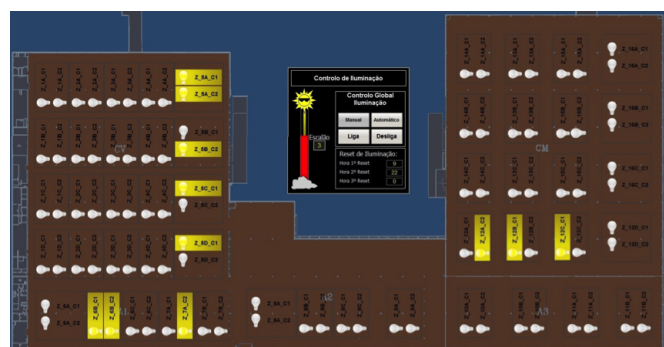


Figura 4.1: Aplicação utilizada para monitorização e controlo da iluminação da fábrica.

O modo de operação automático baseia o seu funcionamento no cruzamentos de informações sobre o nível de luminosidade, obtidas a partir de cinco sensores de luminosidade

instalados na nave industrial, e da potência instantânea tomada em cada *Canalis* à qual esse sector de iluminação se encontra associado, como irá ser visto adiante.

O sistema *Canalis*, trata-se de um sistema modular desenvolvido pela *Schneider Electric* para distribuição de energia eléctrica em grandes instalações, permitindo que sejam ligados a este diferentes equipamentos e mantendo organizada a rede eléctrica da fábrica.

Os sensores de luminosidade encontram-se instalados acima da linha de instalação da luminárias, por forma a que o seu funcionamento não seja afectado pelo accionamento das mesmas. A informação fornecida por estes sensores codifica 6 níveis de luminosidade, em que o nível "5" codifica a iluminação máxima e o nível "0" codifica a ausência total de iluminação (figura 4.2).



Figura 4.2: Painel de controlo geral da iluminação.

A análise da potência instantânea em cada *Canalis*, permite determinar que linhas de produção, por essas alimentadas, se encontram em funcionamento, uma vez que se uma linha se encontrar a laborar o valor da potência instantânea fornecida pela *Canalis* é bastante superior ao valor fornecido em *stand by*.

Assim, após estabelecido um *set point* a partir do qual se considera que a linha está em funcionamento, o autómato verifica se a linha se encontra em operação e se a intensidade de luz se encontra acima ou abaixo valor parametrizado. Mediante estes dados, o autómato acende/apaga a iluminação desse sector (figura 4.3).

O modo manual permite que se force a iluminação a *ON*, caso se necessite de proceder a manutenção na linha ou caso seja comunicada uma informação de que a iluminação ligada é insuficiente para determinado processo.



Figura 4.3: Painel de controlo e comando da iluminação de cada sector.



A problemática deste ponto deriva do facto deste sistema de controlo da iluminação actuar apenas sobre interruptores, não fazendo verificação do estado da iluminação. Assim, sempre que os trabalhadores activam manualmente a iluminação, no sistema permanece a informação de que esta se encontra desligada, levando a que ocorram consumos com a iluminação acima do necessário.

Esta situação é parcialmente controlada com os três *resets* automáticos ao sistema realizados às 9h, às 22h e às 00h. Foram escolhidos estes três períodos, por coincidirem com as mudanças de turno da fábrica, no entanto estes *resets* não resolvem totalmente o problema (figura 4.2).

Considerando que a fábrica opera 24h/dia (sendo que será necessária iluminação em pelo menos 12 horas) e que a potência instalada de iluminação ronda os 517kW, representando um custo anual entre os 300 000 €e os 370 000 €, um melhor ajuste do sistema de controlo da iluminação poderá ser uma mais-valia para esta empresa.

### 4.3 Secadores de ar comprimido

Encontram-se instalados na Renault CACIA dois secadores de adsorção da AIRSEC, modelo ED-13/E (folha de características em E.1) cada um destinado a cada um dos compressores INGERSOLL-RAND, modelo Centac CV1A C70 MX2 existentes(figura 4.4, lado esquerdo).

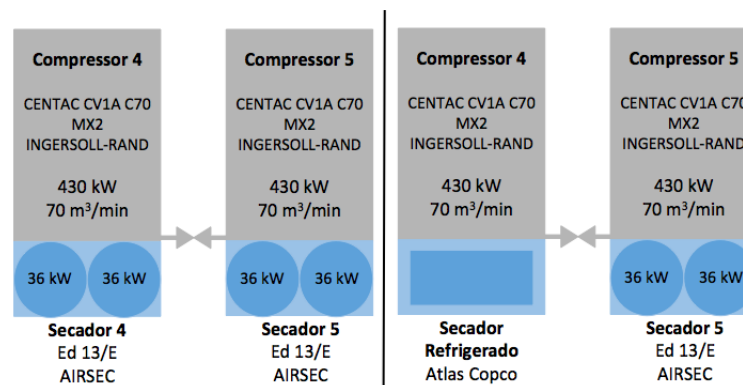


Figura 4.4: Sistema destinado à produção de ar comprimido instalado (esquerda) e pretendido (direita).

O funcionamento deste tipo equipamentos foi descrito de forma generalizada na secção 2.5.1, no entanto pode ser aprofundado para os equipamentos em questão. Assim, no caso concreto dos secadores da AIRSEC existentes, cada um dos semi-ciclos de funcionamento tem uma duração de 8 horas, fazendo com que seja necessário colocar o secador em funcionamento 16 horas antes do compressor para garantir a correcta secagem do ar comprimido (em teoria seria necessário, que fosse ligado apenas 8 horas antes, no entanto é realizado um ciclo completo para conferir um melhor ponto de orvalho ao ar comprimido). Quando o compressor é desligado é necessária a realização de mais um ciclo completo, para que o secador não fique parado com líquido no interior (folha de características em E.1).

Observando de forma mais detalhada o diagrama de funcionamento do secador, com ênfase nos semi-ciclos do funcionamento de cada torre, destaca-se que, enquanto a torre 1 faz a secagem do ar (8 horas), a torre 2 é despressurizada (para 200 mbar) durante 20 segundos.

Após essa, a torre sofre um aquecimento de 4 horas para regeneração do material adsorvente e, seguidamente, é arrefecida e novamente pressurizada (6 bar). Após a conclusão deste semi-ciclo, ocorre um procedimento análogo na outra torre (figura 4.5).

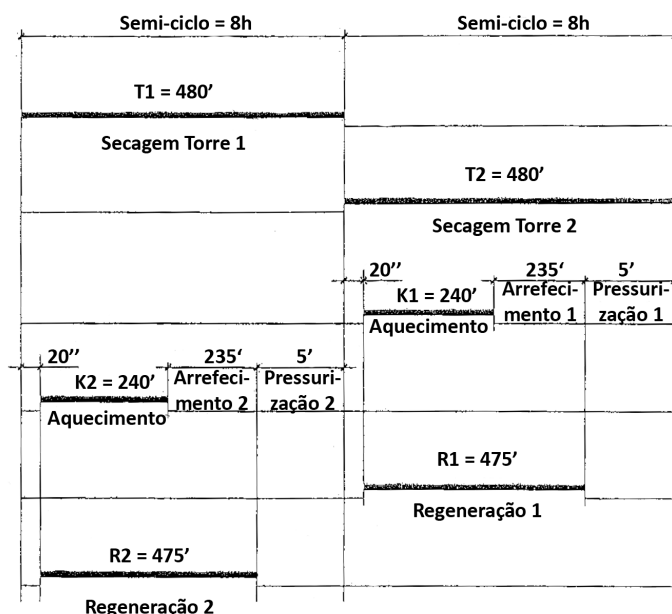


Figura 4.5: Diagrama de funcionamento do secador.

O caso proposto consiste em dimensionar e estudar a viabilidade de substituição de um destes equipamentos, por um secador refrigerado que irá operar continuamente. Através de uma válvula de *by-pass* que interliga os compressores, será possível que ambos operem com esse secador, ficando um dos secadores de adsorção existentes como unidade de reserva (figuras 4.4, lado direito).

## 4.4 Instalação de uma caldeira a biomassa

A produção de água quente industrial é assegurada por uma caldeira que inicialmente utilizavam nafta como combustível tendo sido, posteriormente, convertida para a combustão de gás natural, cuja chapa de características é apresentada na figura 4.6.

A Renault CACIA possui três unidades deste tipo de caldeiras (figura 4.7), instaladas na central de fluidos, no entanto apenas uma se encontra em funcionamento e, essencialmente, nos meses de inverno. A redução das necessidades de água quente, que levou à inutilização das restantes caldeiras, deveu-se à instalação de colectores solares térmicos destinados ao aquecimento das águas sanitárias.

Deste modo, a empresa pretende desactivar e desmantelar estes equipamentos, tendo apresentado como proposta de problema a resolver a realização de um estudo de viabilidade de instalação de uma caldeira a biomassa.



Figura 4.6: Chapa de característica da caldeira em funcionamento.



Figura 4.7: Caldeiras para aquecimento de água industrial

---

## 4.5 Análise do tarifário da electricidade

De acordo com a informação presente na página da Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE), independentemente do fornecedor de energia contratado, existem duas opções tarifárias possíveis para fornecimento de energia eléctrica em alta tensão: o tarifário dito "Normal" e o tarifário "Opcional"[34].

Estes tarifários diferem na distribuição semanal dos períodos de consumo pelos diferentes ciclos horários (Horas de Ponta, Cheia, Vazio e Super Vazio).

Não sendo propriamente um problema, esta análise pode permitir uma redução na factura de energia eléctrica da empresa (sendo esta reflectida no VAB). De forma indirecta, permite também perceber em que ciclos horários se localizam os maiores consumos energéticos, possibilitando, caso se verifique a necessidade de "desviar" os consumos para outro ciclo horário, estudar soluções para tal.



# 5

Resultados/ Discussão

---



## 5.1 Pressupostos assumidos

Para a realização das simulações no RETScreen da iluminação e da caldeira foi necessário estabelecer alguns pressupostos transversais a todos os problemas analisados.

Assim, considerou-se que a inflação, a exemplo do ano de 2013 se manterá nos 0,3%/ano e que o preço da energia eléctrica (€/kWh) se manterá constante, uma vez que o custo desta (para a Renault CACIA) se manteve constante nos últimos 2 anos[35].

Considerou-se também que o período de operação dos equipamentos é de 24 horas/dias, 365 dias/ano e utilizaram-se as conversões energéticas previstas no SGCIE presentes nas tabelas C.1 e C.2 e foram utilizados os climáticos para a zona da Renault CACIA (Coordenadas: 40°37'59"N, 8°39'00"W)[36].

## 5.2 Renovação da iluminação de emergência da nave industrial

Após medição em bancada de testes, determinou-se que o balastro ferromagnético apresenta uma potência activa de 33W(figura 5.1). Assim a iluminação de emergência da nave industrial apresenta os consumos e custos presentes na tabela 5.1. Estes cálculos têm por base apenas a potência, activa uma vez que é feita a correcção do factor de potência de toda a instalação (referido na secção 3.4) e, conseqüentemente, a energia reactiva não representa qualquer custo para a empresa.

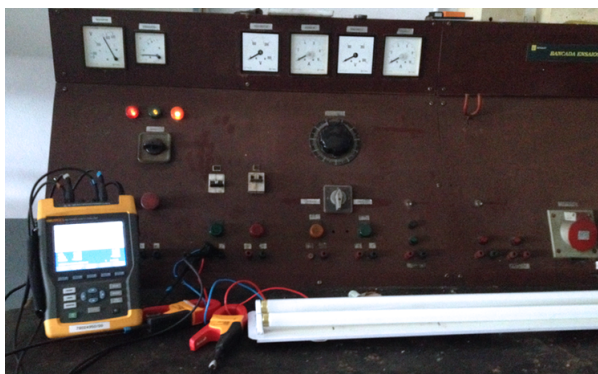


Figura 5.1: Montagem para determinação do consumo da iluminação instalada.

Tabela 5.1: Consumos e custos anuais da iluminação de emergência

	<b>Energia</b> (kWh)	<b>Custo</b> (€/ano)
<b>Lâmpadas</b>	58 937	4 715
<b>Balastros</b>	33 533	2 683
<b>Total</b>	92 470	7 398

A solução adoptada para a substituição desta iluminação consiste na utilização de lâmpadas de tecnologia LED, em detrimento das fluorescente, permitindo dispensar a necessidade do balastro (ferromagnético, neste caso em concreto) e do arrancador, apresentando, ainda, uma elevada durabilidade (figura 5.2). O equipamento seleccionado foi a lâmpada Philips CorePro

LED T8 de 25W que, para este caso em concreto representam um investimento de 5 800€(folha de características no anexo E.1).

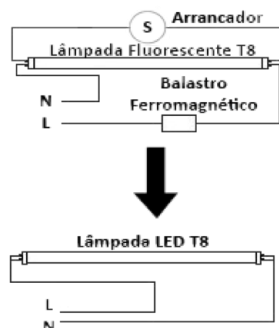


Figura 5.2: Esquema eléctrico da alteração a realizar na iluminação.

Recorrendo ao *RETScreen* procedeu-se à análise da solução a implementar tendo em conta os pressupostos iniciais e um período de funcionamento e um payback de 1,1 anos (tabela 5.7 e gráfico da figura E.2), correspondendo a uma redução de 0,1% nos indicadores IE e CE, sem qualquer alteração na IC.

Esta substituição (aprovada pela Renault CACIA e em fase de instalação) permitirá reduzir a factura eléctrica no que respeita à iluminação de emergência e funcionará como instalação piloto para estudar a reacção dos materiais das lâmpadas ao ambiente na nave industrial, que devido ao tipo de peças fabricadas implica a existência de óleos no ar, que se depositam nas armaduras.

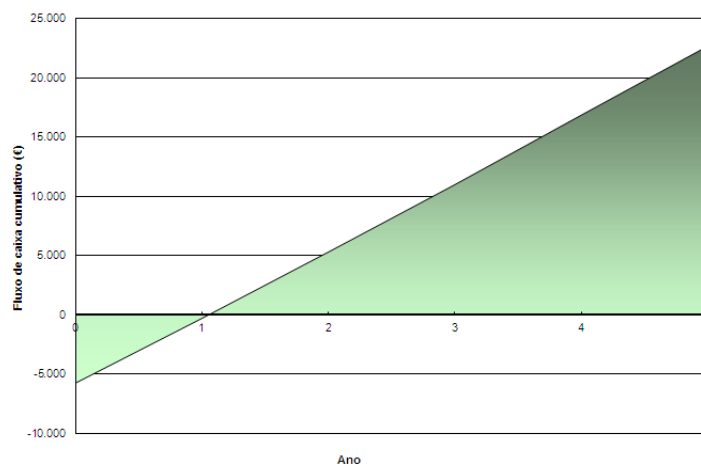


Figura 5.3: Fluxos de caixa cumulativo para a substituição da iluminação.

Claro que, como esta medida prevê que o aproveitamento das luminárias existentes, sem que sejam acrescentadas novas luminárias, haverá uma perda na de iluminação proporcionada por estas luminárias. Para que o nível de iluminação proporcionado fosse mantido, seriam necessárias 302 lâmpadas LED. De acordo com as estimativas previstas no RetScreen este número seria 352, no entanto, esta ferramenta não permite editar o rendimento luminoso, considerando que o das lâmpadas fluorescentes é de 71,7 lm/W, quando o das lâmpadas



instaladas é de 90 lm/W e que o das lâmpadas LED é de 70 lm/W, quando na realidade é de 80 lm/W.

### 5.3 Optimização do controlo da iluminação industrial

Esta medida foi proposta ao observar que, dia após dia, a iluminação da fábrica se encontrava ligada durante o horário de almoço, o que era estranho uma vez essa seria a hora do dia com mais luz natural (ao longo do ano o meio dia solar ocorre entre as 12h e as 13h). Percebido o funcionamento do sistema de controlo da iluminação industrial, na secção 4.2, considerou-se que seria pertinente que fosse configurado um novo *reset* às 12h, pois ainda que os trabalhadores actuassem manualmente na iluminação, pelo menos nessa hora, o consumo seria minimizado, uma vez que o referido *reset*

Estimou-se, também, numa base semanal a percentagem de horas de luz natural em que o nível de luminosidade dentro da nave industrial é superior ao nível ("2") utilizado para ligar/desligar a iluminação (figura 5.4). Verificou-se que, consoante a época do ano, a percentagem de horas de luz natural dentro da fábrica é 10% a 20% inferior à percentagem de luz natural no exterior (mais próximo do 10% no Verão e mais próximo do 20% no Inverno), que havia sido determinada com recurso aos climáticos para a zona da Renault CACIA[36].

Estes dados recolhidos até meados de Outubro (41.<sup>a</sup> semana do ano) permitiram determinar que caso o controlo de iluminação tivesse um ajuste óptimo, ou seja, se todas as horas de luz natural em que os sensores de luminosidade registam um nível superior a "2" fossem aproveitadas, a nave industrial teria iluminação natural, em média, durante 39% do ano.

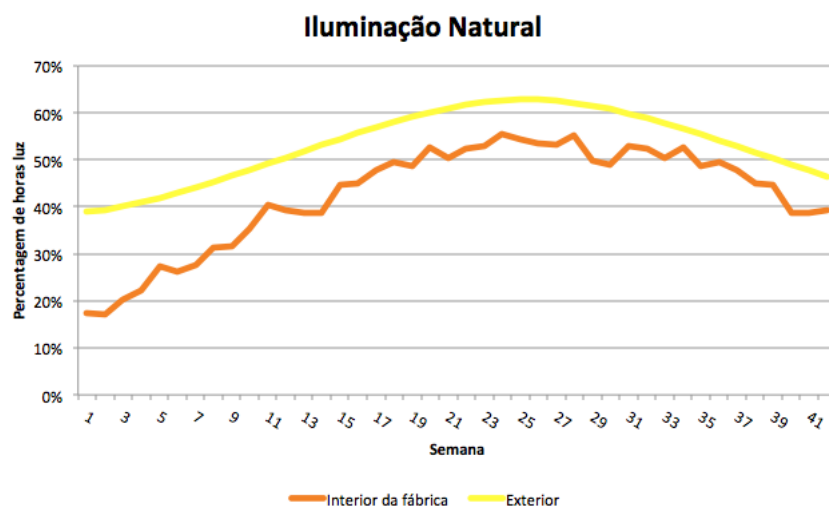


Figura 5.4: Iluminação natural na Renault CACIA.

A contabilização da poupança efectiva de um melhor ajuste da iluminação industrial é impossível de realizar, dado que esta não possui um contador dedicado para esse efeito. Deste modo, tendo em conta a potência instalada (517 kW) de iluminação e as condicionantes anteriormente referidas, determinou-se qual seria a poupança energética que se obteria por uma hora diária de iluminação interior desligada.

Assim, seria possível uma poupança anual de 189 MWh/ano, o que corresponde a 15 000 €/ano de energia e a 88,6 ton de CO<sub>2</sub>e evitadas (tabela 5.7).

Deste modo, ainda que esta medida seja apenas uma estimativa teórica de poupanças, permite antever as vantagens de uma optimização no controlo da iluminação industrial, não envolvendo qualquer investimento adicional, apenas fazendo um melhor aproveitamento dos recursos existentes.

## 5.4 Instalação de secador de ar comprimido refrigerado

### 5.4.1 Determinação do consumo energético dos secadores instalados

De acordo com o que foi descrito, os secadores operam de forma alternada, sendo colocados em funcionamento sempre que os compressores aos quais se encontram associados alternam o seu funcionamento.

Ao instalar o analisador de energia em cada um dos equipamentos, durante um período de 32 horas, foi possível obter dados de dois ciclos completos de secagem/regeneração. Através da análise dos diagramas de cargas das figuras 5.5 e 5.6, verifica-se que a potência tomada durante os períodos de regeneração varia entre os 33 kW e os 35 kW, devido ao funcionamento das 6 resistências de 6 kW existentes durante períodos de 4h, confirmando os dados presentes na folha de característica presente no Anexo E.1.

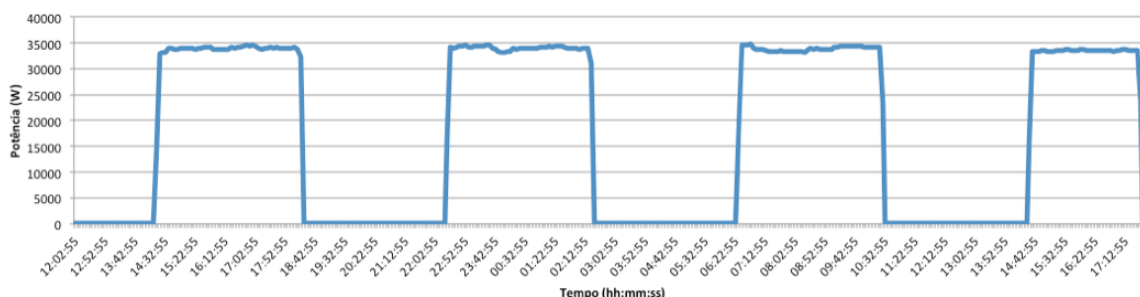


Figura 5.5: Diagrama de carga do secador instalado no compressor 5.

A instalação do analisador de energia permitiu, ainda, detectar uma avaria num dos secadores, que gera problemas como a presença de água no ar comprimido. Este problema foi identificado no sistema de regeneração do compressor 4, uma vez que, no diagrama de carga da figura 5.6, se verifica que num dos ciclos de regeneração a potência tomada varia entre os 19 kW e os 21 kW, sendo indicador de que 2 a 3 das 6 resistências do sistema de regeneração se encontram danificadas.

Tendo em conta os diagramas de cargas dos secadores de adsorção e a informação (fornecida pelos operadores do equipamento) de que estes secadores necessitam de realizar um ciclo de regeneração antes da sua entrada em funcionamento e outro após a paragem do compressor, por forma a garantir que não existe água no secador, determinou-se o consumo energético anual de cada um dos secadores. Para este cálculo utilizaram-se apenas os dados do secador 5, uma vez que a avaria do secador 4, reduz o seu consumo energético e a utilização destes valores iria falsear os resultados, dado que em perfeito funcionamento, o consumo do secador 4 seria semelhante ao do secador 5.

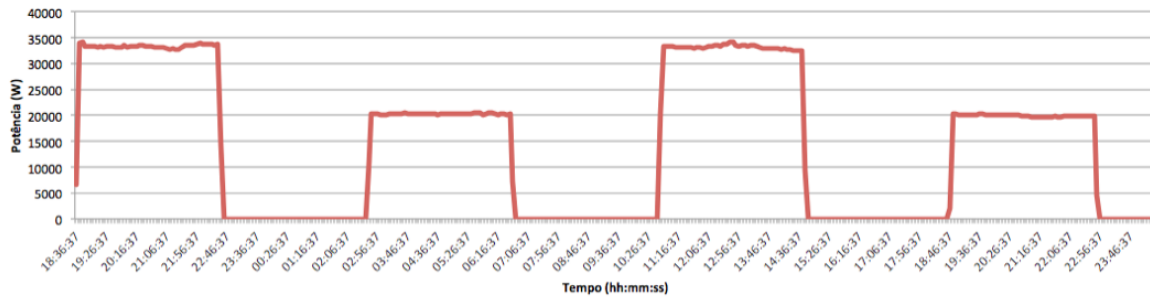


Figura 5.6: Diagrama de carga do secador instalado no compressor 4.

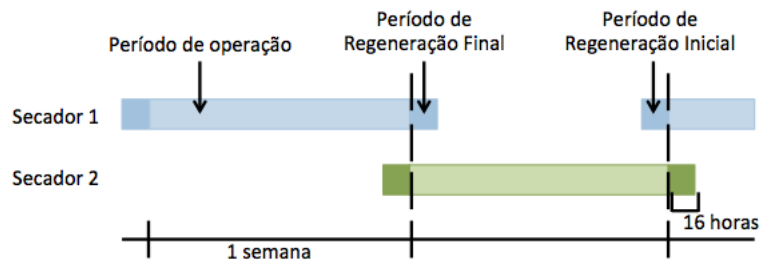


Figura 5.7: Diagrama de funcionamento dos secadores.

A avaria diagnosticada no secador 4 permitiu perceber a influência de uma secagem deficiente na qualidade do ar comprimido produzido, de acordo com o gráfico da figura 5.8. Após a realização de ciclos de regeneração prolongados, realizados durante a paragem parcial da quadra natalícia, o ponto de orvalho da instalação é bastante baixo ( $-47^{\circ}\text{C}$  em Janeiro), com uma utilização mais regular do ar comprimido, nos meses seguintes, esses valores apresentam uma tendência para aumentar, tendência essa agravada pela avaria no secador 4.

Depois de diagnosticada a referida avaria, optou-se por desactivar o referido secador, fazendo uso da válvula existente entre os dois compressores (figura 4.4) para que o secador 5 operasse com ambos os compressores.

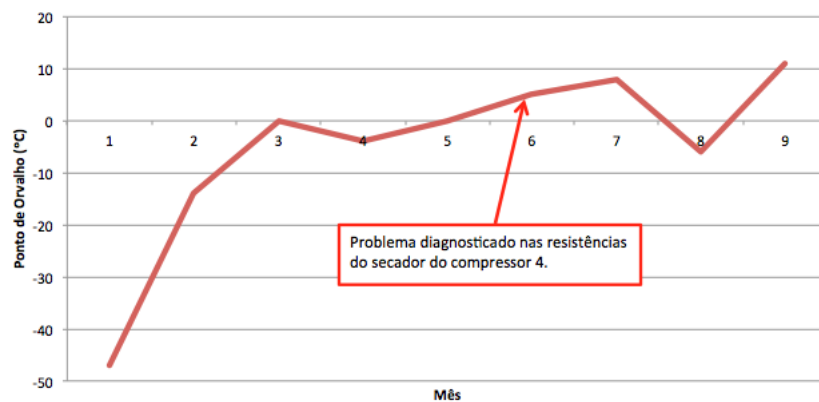


Figura 5.8: Acompanhamento mensal do valor do ponto de orvalho em 2014.

Voltando ao funcionamento dos secadores, dado que um ciclo completo do secador demora 16 horas, em 7 dias o secador completa 10,5 ciclos em operação, aos quais se adicionam um ciclo antes da sua colocação em funcionamento e outro após (figura 5.7), perfazendo um total semanal de 12,5 ciclos/semana. Este corresponde a um consumo semanal de 3 364 kWh, por secador. Assim estes secadores representam um consumo anual de 174 905 kWh (tabela 5.2).

Tabela 5.2: Consumo cumulativo dos secadores de adsorção

	<b>Tempo de funcionamento</b>	<b>Energia kWh</b>
Por ciclo	16 h/ciclo	269
Por semana	200 h/semana	3 364
Por ano	10 400 h/ano	174 905

#### 5.4.2 Dimensionamento do secador refrigerado

Uma vez que os compressores operam de forma alternada e têm uma capacidade máxima de produção de 4 200 m<sup>3</sup>/h de ar comprimido a 6 bar e 45°C, o secador refrigerado a instalar terá que ter capacidade para secar um caudal de ar comprimido igual, ou superior, ao caudal máximo produzido por forma a que o bom funcionamento do sistema seja garantido.

Complementarmente, foi necessário determinar a possibilidade instalar um equipamento refrigerado a água, verificando se a introdução do mesmo na rede de água de refrigeração iria implicar a colocação em funcionamento de mais uma bomba circuladora a fim de garantir que a pressão nessa rede se manteria [32].

De acordo com a informação presente na secção 2.5.3.2, a realização destes cálculos, permitiu determinar que o escoamento da água de refrigeração ocorre em regime turbulento e que a perda de pressão resultante é de 0,0003 bar, reduzindo a pressão na linha para os 4,1997 bar, valor que continua a ser superior ao limite mínimo de pressão necessário.

Seguidamente, procedeu-se à estimativa do consumo dos equipamentos seleccionados anteriormente, considerando que o consumo dos mesmos seria realizado de acordo com a sua potência nominal (tabela 5.3). Embora o sobredimensionamento do secador faça com que este não opere à carga máxima, não existem dados que permitam determinar o seu consumo energético em função do factor de carga, não sendo possível realizar uma estimativa mais exacta.

Tabela 5.3: Opções de secadores a instalar[32].

<b>Modelo</b>	<b>Caudal de ar</b> L/s	<b>Potência</b> kW	<b>Consumo</b> kWh/ano
FD2000 VSD	2 000	19,5	170 820
FD2000 W VSD	2 000	13,5	118 260
FD2400 W VSD	2 400	18,3	160 380

A empresa necessita de fazer a substituição, durante este ano, do material adsorvente dos secadores instalados. Essa substituição é realizada com uma periodicidade de 2 anos e representa um custo de 21 000 €(Anexo E.2).

Para a realização do estudo de viabilidade económica foi tido em conta o custo associado a essa substituição, uma vez que a instalação implicaria a desactivação de um dos secadores



Figura 5.9: Secadores Atlas Copco refrigerado [32].

actuais, ficando o outro como equipamento de reserva (de acordo com a secção 4.3). Deste modo, o valor do investimento num novo secador, será a diferença entre o custo do equipamento e o custo da substituição material adsorvente.

Esse custo pode, ainda, ser integrado na análise, como uma poupança no segundo ano, uma vez que o investimento associado à aquisição do secador refrigerado inclui um contrato de manutenção de 2 anos, não estando, nesse período implícito qualquer outro custo associado à manutenção deste secador.

Assim, na tabela 5.4, são apresentados os tempos de retorno de investimento para cada um dos equipamentos referidos, cuja simulação foi realizada com recurso ao *RETScreen*, com os pressupostos referidos anteriormente. São também apresentadas as economias a nível energético, económico e emissões evitadas (tabela 5.7). Esta análise permite determinar, também, que o equipamento mais adequado à instalação é o FD2000 W VSD, de acordo com a tabela 5.4, uma vez que se trata do que apresenta um menor *payback*.

Tabela 5.4: Análise de viabilidade económica.

Modelo	Investimento €	<i>Payback</i> anos
FD2000 VSD	18 425	1,9
<b>FD2000 W VSD*</b>	<b>17 690</b>	<b>1,5</b>
FD2400 W VSD	22 250	2,0

\*Equipamento mais indicado para a instalação.

Tabela 5.5: Economias anuais.

Modelo	Energia MWh	Custos €	Emissões ton CO <sub>2</sub>
Referência*	867	69 379	221,4
FD2000 VSD	864	69 169	220,7
<b>FD2000 W VSD**</b>	<b>812</b>	<b>64 964</b>	<b>207,3</b>
FD2400 W VSD	854	68 364	218,0

\*Dados dos secadores de adsorção

\*\*Equipamento indicado para a instalação.

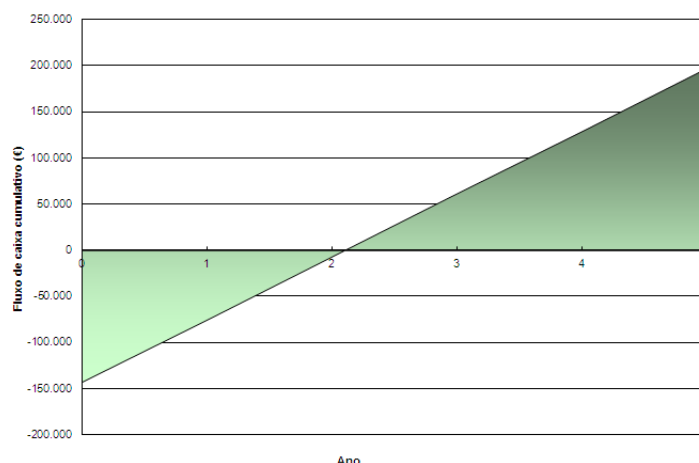


Figura 5.10: Fluxos de caixa cumulativo para a instalação do secador FD2000 W VSD.

---

## 5.5 Instalação de uma caldeira a biomassa

A instalação de uma caldeira biomassa representa um investimento de 185 000 €, que pode ser recuperado em 4,1 anos e permite uma redução anual das emissões de gases de efeito de estufa em 809,9 ton (tabela 5.7 e figura 5.11), uma vez que perante a legislação em vigor, a biomassa é um considerado um combustível limpo, não sendo as suas emissões de  $\text{CO}_2$ , eq contabilizadas no SGCIE.

Esta medida, embora economicamente rentável e vantajosa na redução da IC, seria penalizadora para os indicadores CE e IE, os quais a empresa tem a obrigatoriedade de reduzir (tabela 5.8). Assim, torna-se uma solução controversa devido aos seus efeitos negativos nos referidos indicados aos quais se contrapõem a poupança nos custos anuais com os combustíveis.

O estudo de viabilidade realizado com recurso ao *RETScreen*, diverge da proposta apresentada pela empresa Ventil (orçamento presente no anexo E.2). O primeiro entra, também, em linha de conta o custo de deposição de cinzas em aterro (40€/ton, segundo informações obtidas na Renault CACIA, com a engenheira responsável pela área ambiental) e com um consumo anual de 1 000 ton/ano de *pellets*, tendo sido realizado de forma a obter a mesma quantidade de energia produzida, ou seja, 1 736 MWh/ano. Após várias tentativas de contacto com a referida empresa, ainda não foi possível obter uma explicação para os resultados presentes nesse orçamento.

## 5.6 Análise do tarifário da electricidade

Ao analisar os resultados obtidos com recurso à ferramenta desenvolvida (figura 5.12) e através da análise da tabela 5.6 verifica-se que, actualmente, a maior percentagem de consumo de energia eléctrica é realizada no horário de Cheio, ao qual se segue o consumo nas horas de Vazio (gráfico da figura 3.3).

Dado que esta ferramenta permite comparar não só a distribuição de consumos eléctricos pelos períodos horários, como os custos associados aos mesmos e, ainda, o valor a pagar pela potência tomada em hora de ponta, percebe-se que, embora um horário alternativo possa compensar em termos de distribuição energética, essa mais valia só o será efectivamente, caso

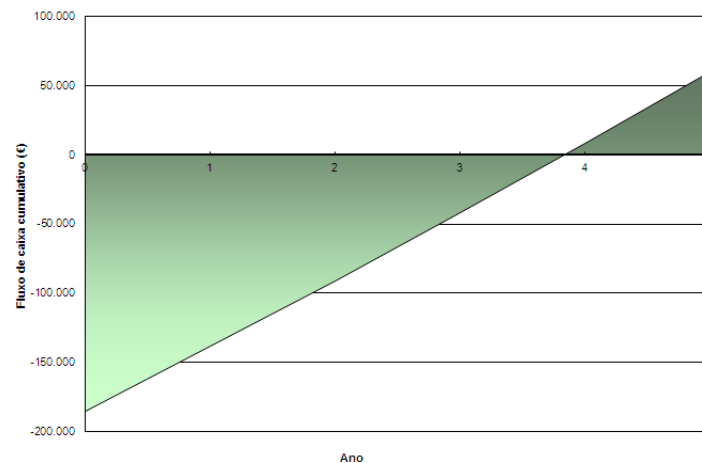


Figura 5.11: Fluxos de caixa cumulativo para a instalação da caldeira a biomassa.

não implique um maior custo no que à potência tomada diz respeito (figura 5.12).

Clear

ANO

2013

Periodicidade

☒ Horária
 ☐ Diária
 ☐ Mensal

Tensão

☐ BTN
 ☐ BTE
 ☐ MT
 ☒ At

Tarifário

Tetra-horário

Super Vazio	8 031 550	16%
Vazio	11 572 745	23%
Cheio	24 025 910	47%
Ponta	7 179 575	14%
<b>Total</b>	<b>50 809 780 kWh</b>	

Tetra-horário opcional

	7 968 930	16%
	11 865 725	23%
	24 128 665	47%
	6 846 460	13%
<b>Total</b>	<b>50 809 780 kWh</b>	

	<b>Factura</b>	<b>Factura</b>
Super Vazio	518 806,00 €	514 761,00 €
Vazio	804 930,71 €	825 308,64 €
Cheio	1 915 177,36 €	1 923 368,27 €
Ponta	622 189,15 €	593 321,07 €
Potência Ponta	311 954,86 €	357 295,11 €
<b>Total</b>	<b>4 173 058,08 €</b>	<b>4 214 054,09 €</b>

Figura 5.12: Ferramenta desenvolvida para comparação de opções tarifárias.

Esta análise permitiu, ainda, constatar que existe uma diferença entre a energia facturada

pela Endesa (50 816 470 kWh/ano) e a que é fornecida à empresa segundo a página da distribuição horária da EDP Distribuição (50 809 780 kWh) que representa 6 690 kWh/ano. No entanto, embora tenha sido facturada mais energia, em termos económicos, resultou num erro vantajoso para a empresa uma vez que foram contabilizadas, essencialmente, menos horas de Ponta e mais horas de Vazio (tabela 5.6).

Assim, embora a alteração de tarifário não seja benéfica para a empresa, o facto de ter ganho uma ferramenta que permitirá realizar este tipo de comparações sempre que necessário é uma mais-valia. A pedido do departamento financeiro da empresa esta ferramenta foi ainda adaptada para com os mesmos dados fazer uma aproximação do valor que a Endesa irá facturar. A empresa necessita de atribuir verbas para o pagamento aos fornecedores no início do mês, e a facturas da Endesa nunca estão disponíveis antes do dia 10 de cada mês, com esta ferramenta e com os dados da EDP Distribuição (que têm um atraso, em relação ao consumo, de 12 horas) é possível, no dia 1 de cada mês, ter uma estimativa próxima do valor que será facturado.

Tabela 5.6: Distribuição do consumo anual por ciclo horário.

<b>Ciclo Horário</b>	<b>Endesa</b>		<b>EDP Distribuição</b>		<b>Diferença</b>
	kWh/ano	%	kWh/ano	%	
<b>Ponta</b>	6 834 070	13	7 179 575	14	- 345 505
<b>Cheio</b>	24 027 260	47	24 025 910	47	+ 1 350
<b>Vazio</b>	11 921 420	23	11 572 745	23	+ 348 675
<b>Super Vazio</b>	8 033 720	16	8 031 550	16	+ 2 170
<b>Total</b>	50 816 470	100	50 809 780	100	-

Tabela 5.7: Economia total das medidas propostas.

<b>Medida</b>	<b>Economia Total</b>		
	<b>Investimento</b>	<b>Payback simples</b>	<b>Redução Emissões de CO<sub>2</sub>, eq</b>
Iluminação LED	5 800 €	1,1 anos	31,5 ton
Optimização iluminação	0 €	Imediato	88,6 ton
Secador refrigerado	17 690 €	1,5 anos	25,8 ton
Caldeira biomassa	185 000 €	4,1 anos	809,9 ton

Tabela 5.8: Influência das medidas propostas nos indicadores do SGCIE.

<b>Medida</b>	<b>Indicadores do SGCIE</b>		
	<b>IE</b>	<b>CE</b>	<b>IC</b>
Iluminação LED	-0,10%	-0,10%	0%
Optimização iluminação	-0,40%	-0,40%	0%
Secador refrigerado	-0,10%	-0,10%	0%
Caldeira biomassa	+0,90%	+0,90%	-4,00%



# 6

Considerações finais

---



## 6.1 Conclusão

Numa primeira análise a uma empresa com consumos energéticos tão elevados, a iluminação seria um ponto ao qual não seria dada grande atenção. No entanto, após verificar que com investimentos reduzidos e pequenos ajustes em automatismos se conseguem reduções 0,5% nos IE e CE da empresa, confirmam a ideia de que todas as melhorias em termos de eficiência energética, por mais insignificantes que possam parecer, se traduzem em poupanças para a empresa.

Neste caso em concreto, a adopção de uma solução que rompe com o paradigma de iluminação vigente, adopção de iluminação LED, abre a porta a que a aplicação desta tecnologia seja mais recorrente na empresa, não só na nave industrial como nos restantes edifícios, permitindo não só poupanças em termos de consumos energéticos, como até possibilitando futuras reduções na potência contratada e na potência tomada em hora de ponta, que representam, cerca de, 10% da factura de energia eléctrica.

Relativamente ao ar comprimido, a instalação de um secador refrigerado seria uma grande mais valia para a empresa, tanto ao nível da eficiência energética, como ao nível económico. Deste modo, o secador mais indicado de acordo com as necessidades da empresa é o modelo FD2000 W VSD, uma vez que permitiria uma maior redução do consumo energético e, consequentemente, um menor período de *payback* do investimento inicial.

Este *upgrade* de tecnologias da rede de ar comprimido, possibilitará uma redução do consumo destinado à produção deste, tornando-a mais eficiente. Como consequência directa, contribuirá para a redução dos indicadores energéticos da empresa, permitindo reduzir o CE e a IE da instalação.

Embora a instalação de uma caldeira a biomassa, possa ser considerada uma proposta interessante, do ponto de vista económico, é altamente penalizadora para empresa em termos de indicadores energéticos do SGCIE. Esta opção apresenta ainda como desvantagem o facto da biomassa apresentar maiores dificuldades de transporte e armazenamento, a necessidade de maior manutenção dos equipamentos (devido à necessidade de remoção periódica das cinzas).

Conclui-se também, que a opção tarifária da empresa é adequada ao funcionamento da mesma, devendo a empresa fazer uma avaliação periódica à mesma.

Em suma, como considerações finais do estágio, este programa de estágios promovido pela GALP abre a porta do mundo empresarial aos estudantes universitários, dando a possibilidade de aplicar conhecimentos e perceber que soluções, que em teoria são adequadas para a resolução de determinado problema, na prática poderão não ser tão bem sucedidas, dotando-os de um maior espírito crítico. Por outro lado, incentiva as empresas a investir na eficiência energética e na monitorização de consumos, levando-as a perceber que serão quem mais beneficiará dessa mesma eficiência energética e da redução de consumos.

## 6.2 Perspectivas de desenvolvimento futuro

Em relação a trabalhos futuros a desenvolver neste campo, seria interessante fazer um estudo para aproveitamento do calor sensível resultante do arrefecimento dos compressores, utilizando-o para colmatar as necessidades de aquecimento de água para processo.

Relativamente à iluminação a criação de um plano de manutenção/renovação da iluminação, que contemple toda a empresa, em que sempre que fosse necessário a substituição de uma lâmpada avariada, se renovasse a tecnologia utiliza, diluindo o investimento e rentabilizando a mão de obra necessária, seria também uma boa solução a implementar.

No que ao ar comprimido diz respeito, deveria ser feito o aproveitamento do calor de refrigeração dos compressores, utilizando-o, por exemplo, para pré-aquecimento da água para processo.

Por fim, a realização de um upgrade do software do sistema de monitorização, tornando-o compatível com os sistemas operativos actuais, possibilitaria a implementação de melhorias nesta área.

# Bibliografia

- [1] “Directiva 2012/12/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de Abril,” *Jornal Oficial da União Europeia*, pp. 1–56 (2012), Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>, Acedido a 04/12/2013.
- [2] “Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010 de 15 de Abril,” *Diário da República: I série, No 73*, pp. 1289–1296 (2010), Disponível em: <http://www.dre.pt>, Acedido a 05/03/2014.
- [3] Pordata, “Consumo de energia primária: total e por tipo de fonte de energia.” Disponível em: <http://goo.gl/DeMSMV>, Acedido a 04/01/2014.
- [4] GALP, “Galp 20-20-20.” Disponível em: <http://goo.gl/n3whHP>, Acedido a 18/07/2014.
- [5] “Renault CACIA, Fábrica Automóvel, Renault Portugal.” Disponível em: <http://www.renault.pt/descubra-a-renault/cacia/>, Acedido a 19/01/2014.
- [6] “Decreto-Lei n.º 71/2008 de 15 de Abril,” *Diário da República, I série, No 74*, pp. 2222–2226 (2008), Disponível em: <http://www.dre.pt>, Acedido a 21/11/2014.
- [7] L. B. de Chazournes, “Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change,” *UN’s Audiovisual Library of International Law* ( . . . , 1998).
- [8] J. Vasconcelos, “SMART Portugal 2020 - Relatório Nacional Portugal,” tech. rep., APDC.
- [9] Agência Portuguesa do Ambiente, “Protocolo de Quioto,” Disponível em: <http://goo.gl/yWWs1A>, Acedido a 06/01/2014.
- [10] “Resolução do Conselho de Ministros n.º 54/2010 de 4 de Agosto,” *Diário da República, I série, No 150*, pp. 3193–3194 (2010), Disponível em: <http://www.dre.pt>, Acedido a 13/03/2014.
- [11] “Resolução do Conselho de Ministro de n.º 20/2013 de 10 de Abril,” *Diário da República, I série, No 70*, pp. 2022–2065 (2013), Disponível em: <http://www.dre.pt>, Acedido a 10/03/2014.
- [12] “Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008 de 20 de Maio,” *Diário da República, I série, No 97*, pp. 2824–2865 (2008), Disponível em: <http://www.dre.pt>, Acedido a 02/03/2014.
- [13] DGGE, “Portugal Eficiência 2020,” 2007.

- [14] ADENE, “SGCIE - Síntese de Aplicação,” Disponível em: <http://goo.gl/fFB4hW>, Acedido a 15/01/2014.
- [15] A. Oliveira, “Auditoria SGCIE,” Disponível em: <http://goo.gl/YgfUMr>, Acedido a 25/11/2013.
- [16] W. C. Boynton, R. N. Johnson, and W. G. Kell, “Auditoria Energética,” 2002.
- [17] “A história da lâmpada incandescente.” Disponível em: <http://goo.gl/fGaf3S>, Acedido a 10/09/2014.
- [18] “Electric Lamp Patent US223898 A.” Disponível em: <http://www.google.com/patents/US223898>, Acedido a 12/09/2014.
- [19] A. de Almeida; Á. Gomes; C. Patrão; F. Ferreira; L. Marques; P. Fonseca; R. Behnke, *Manual Técnico de Gestão de Energia*. ISR - Universidade de Coimbra, 2007.
- [20] “Oled tunes its colors for sunlight-style illumination.” Disponível em: <http://goo.gl/vjYZRQ>, Acedido a 22/07/2014.
- [21] Museu da Electricidade, “Lâmpada incandescente.” Disponível em: <http://goo.gl/9wf3jT>, Acedido a 21/05/2014.
- [22] P. Waide, “Phase Out Phase out of Incandescent Lamps,” tech. rep., International Energy Agency, Disponível em: <http://goo.gl/0gbtxc>, Acedido a 13/09/2014 2010.
- [23] Museu da Electricidade, “Lâmpada fluorescente compacta.” Disponível em: <http://goo.gl/MIjGao>, Acedido a 20/05/2014.
- [24] “Induction Lamps - Electrodeless Fluorescent Lamps.” Disponível em: <http://goo.gl/McIcS2>, Acedido a 05/10/2014.
- [25] “LED Lamp.” Disponível em: <http://goo.gl/FSLHDb>, Acedido a 10/10/2014.
- [26] A. S. Sedra and K. C. Smith, *Microelectronic Circuits Revised Edition*. New York, NY, USA: Oxford University Press, Inc., 5th ed., 2007.
- [27] “Light-emitting diode.” Disponível em: <http://goo.gl/AKFfhv>, Acedido a 11/10/2014.
- [28] AtlasCopco, “Secadores de ar de membrana.” <http://goo.gl/KTLgjj>, Acedido a 08/07/2014.
- [29] AIRSEC, “Adsorption air gas dryer.” Disponível em: <http://goo.gl/mOlBFa>, Acedido a 08/07/2014.
- [30] Profoc, “Métodos de secagem.” Disponível em: <http://goo.gl/yM6epZ>, Acedido a 09/07/2014.
- [31] J. Novais, *Ar Comprimido Industrial*. No. 214-222, Fundação Calouste Gulbenkian, 1995.
- [32] AtlasCopco, “Secadores de ar de refrigeração.” Disponível em: <http://goo.gl/mzm3G5>, Acedido a 10/04/2014.

- [33] V. A. F. Costa, *Elementos de apoio à Unidade Curricular de Transporte e Armazenamento de Energia*. No. 2.3-2.6, 2012.
- [34] ERSE, “Ciclo horário alternativo.” Disponível em: <http://goo.gl/A0bsbt>, Acedido a 05/03/2014.
- [35] Pordata, “Taxa de inflação em portugal.” Disponível em: <http://goo.gl/SH9JJe>, Acedido a 20/07/2014.
- [36] “Date and time info.” Disponível em: <http://goo.gl/Gxiw25>, Acedido a 14/03/2014.





# Anexos



# Apêndice A

## SGCIE

### A.1 Principais Medidas e Objectivos

Tabela A.1: Sector dos Transportes - Programas e objectivos.

Programa	Objectivos a alcançar
1 - Programa Mobilidade Urbana	✓ Reduzir para metade a percentagem de utilização de veículos ligeiros com mais de 10 anos (37% em 2005 para 20% em 2020);
2 - Sistema de Eficiência Energética Transportes	✓ Emissões médias de novos veículos vendidos de 110 g/km em 2015 e 100g/km em 2020;
3 - Programa Renove Carro	✓ 40% do parque automóvel com equipamentos de monitorização (computador de bordo, GPS, cruise control e verificação automática de pneus) 2020;
	✓ 20% do parque de táxis urbanos híbridos em 2020;
	✓ Transferência modal de 10% do transporte individual para coletivo em 2020;
	✓ Captação de 17,5% do tráfego internacional de mercadorias pelo modo marítimo;

Tabela A.2: Sector Residencial e Serviços - Programas e objectivos.

Programa	Objectivos a alcançar
4 - Programa Renove Casa e Escritório 5 - Sistemas de Eficiência Energética nos Edifícios 6 - Renováveis na Hora e Programa Solar	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Programa de renovação de 2 milhões de grandes electrodomésticos por A+/A++ até 2020;</li> <li>✓ <i>Phase-out</i> das lâmpadas incandescentes até 2020 e substituição de 1 milhão de lâmpadas/ano por CFL até 2015;</li> <li>✓ 20% dos edifícios com classe energética superior ou igual a B- até 2020;</li> <li>✓ + 200 mil lares electroprodutores (500 MW) até 2020;</li> <li>✓ 2 milhões de m<sup>2</sup> de água quente solar até 2020;</li> </ul>

Tabela A.3: Sector do Estado - Programas e objectivos.

Programa	Objectivos a alcançar
8 - Programa E3: Eficiência Energética no Estado	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Certificação energética de todos os edifícios do Estado até 2015;</li> <li>✓ 20% dos Edifícios do Estado com classe igual ou superior a B- e 20% da frota com veículos híbridos em 2020;</li> <li>✓ <i>Phase out</i> da iluminação pública ineficiente e metade dos semáforos com leds em 2020;</li> </ul>

Tabela A.4: Comportamentos - Programas e objectivos.

Programa	Objectivos a alcançar
9 - Programa Mais  10 - Operação E	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Criação do conceito “Mais” (Eficiência Energética): incentivo à excelência nas várias vertentes (Casa, Autarquia, Empresa, Escola e nos Equipamentos);</li> <li>✓ Aumento da consciencialização para a eficiência energética e mudança de comportamentos relacionados com o consumo de energia;</li> <li>✓ Campanhas de comunicação e sensibilização (até 4 M€/ano);</li> </ul>

Tabela A.5: Fiscalidade - Programas e objectivos.

Programa	Objectivos a alcançar
11 - Fiscalidade Verde	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Novo regime de tributação automóvel e fiscalidade sobre os combustíveis industriais;</li> <li>✓ Criação de regime de amortizações aceleradas para equipamentos e viaturas eficientes;</li> <li>✓ Benefícios fiscais para equipamentos renováveis e de elevada eficiência energética;</li> <li>✓ Alinhamento até 2015 do IMI e IMT como sistema de certificação energético nos edifícios;</li> </ul>

Tabela A.6: Incentivos e financiamento - Programas e objectivos.

Programa	Objectivos a alcançar
12 - Fundo de Eficiência Energética	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Criação de um fundo de eficiência energética de 40 M€/ano;</li> <li>✓ Alargamento da taxa de carbono das lâmpadas aos restantes eletrodomésticos, pneus, lubrificantes e consumo residencial ineficiente de energia eléctrica;</li> <li>✓ Criação do “Programa Eficiência” através do alargamento de âmbito e dimensão do actual Plano de Promoção de Eficiência no Consumo (PPEC);</li> </ul>

Apêndice B

Iluminação

## B.1 Características das diferentes lâmpadas

Tabela B.1: Características das diferentes lâmpadas[19].

Lâmpada	Potencia (W)	Temp. de Cor (K)	Rest. de Cor (Ra)	Eficiencia (lm/W)	Tempo de Vida (h)
Incandescente	Comum	2 700	100	10 a 20	1 000 a 2 000
	Reflectora	2 700	100	10 a 20	1 000 a 2 000
	de Halógeno	3 000	100	11 a 23	2 000 a 3 000
Fluorescente	Tubulares T12	3 000 - 4 100	60 a 85	45 a 100	8 000
	Tubulares T8	2 700 - 6 500	50 a 98	77 a 100	8 000
	Tubulares T5	3 000 a 6 000	85	80 a 100	8 000
	Compactas (CFL)	2 700 a 6 000	85 a 98	35 a 87	6 000 a 15 000
	de Indução	2 700 a 4 000	85	75	100 000
Vapor de Mercúrio	50 a 1 000	3 000 - 4 000	50 a 60	40 a 60	24 000
Iodetos metálicos	35 a 3 500	2 900 a 6 000	60 a 93	65 a 120	8 000 a 20 000
Vapor de Sódio	50 a 1 000	1 800 a 2 200	10 a 65	80 a 200	12 000 a 24 000
Enxofre	50 a 6 000	2 700 a 4 000	50 a 70	95	60 000
LED	1 a 8	-	-	20 a 100	60 000

## Apêndice C

# Constantes físicas

### C.1 Conversões Energéticas

Tabela C.1: Constantes.

Fonte energética	PCI	Peso Específico
Energia Eléctrica	3 600 MJ/kWh	-
Gás Natural	45,091 MJ/kg	0,8404 kg/Nm <sup>3</sup>
Gás Propano	46,650 MJ/kg	1,522 kg/Nm <sup>3</sup>
Gasóleo	42,789 MJ/kg	0,8350 kg/L

Tabela C.2: Conversões energéticas.

Fonte energética	Conversão para tep	Factor de Emissão
Energia Eléctrica	215*10 <sup>-6</sup> tep/kWh	0,47 kg CO <sub>2</sub> e/kWh
Gás Natural	1,077*10 <sup>-3</sup> tep/kg	2 683,70 kg CO <sub>2</sub> e/tep
Gás Propano	1,114*10 <sup>-3</sup> tep/kg	2 637,70 kg CO <sub>2</sub> e/tep
Gasóleo	1,022*10 <sup>-3</sup> tep/kg	3 098,20 kg CO <sub>2</sub> e/tep



## Apêndice D

# Dados Históricos

### D.1 Custos energéticos

Tabela D.1: Preço da energia no ano de 2013.

<b>Energia Utilizada</b>	<b>Preço</b>
Energia Eléctrica	*0,08 €/kWh
Gás Natural	0,06 €/kWh
Gás Propano	1,19 €/kg
Gasóleo	1,65 €/kg

\*Valor médio do tarifário

Tabela D.2: Indicadores energéticos e ambientais relativos a 2008

Produção anual	1225024 HM*
VAB	59632863 €
Consumo Energético	8948,29 tep
Gases Efeito Estufa	19802 tCO <sub>2</sub> e

\*HM - Horas Máquina

Tabela D.3: Evolução do Consumo Energético Anual Por Ciclos Horário

<b>Ciclo Horário</b>	<b>Consumo Energético Anual</b>				
	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
Ponta	18%	18%	17%	17%	13%
Cheio	44%	43%	43%	42%	47%
Vazio	24%	24%	25%	25%	23%
Super Vazio	14%	15%	15%	16%	16%
<b>Total</b>	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Total (kWh)</b>	36 821 208	43 909 580	45 325 090	45 752 644	50 816 470

## D.2 Indicadores energéticos do ano de referência

Tabela D.4: Indicadores energéticos relativos a 2008

Intensidade Energética	0,15	kgep/€
CEE	7,30	kgep/HM
Intensidade Carbónica	2,21	tCO <sub>2</sub> e/tep

## Apêndice E

# Equipamentos e Orçamentos

### E.1 Dados relativos a equipamentos

Secção destinada a folhas de características de equipamentos instalados e a instalar.

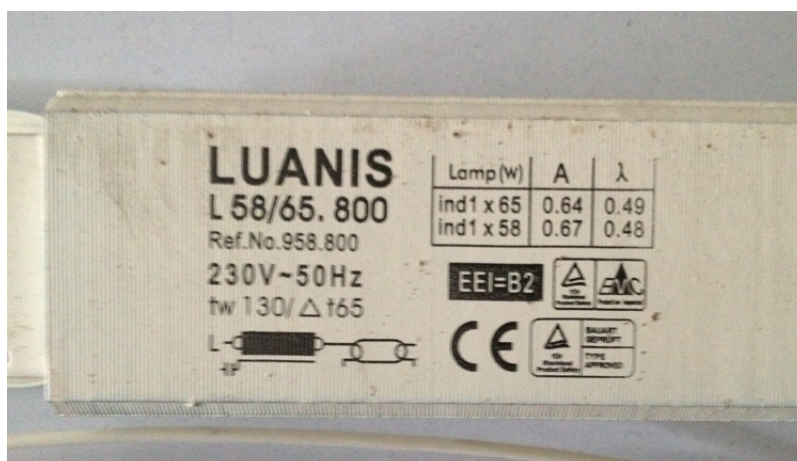


















Figura E.1: Balastros ferromagnéticos instalados na iluminação de emergência.

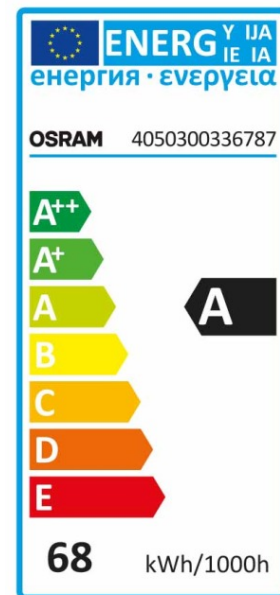
## L 58 W/840



Product code 4050300336787

	G13
	1500.0 mm
	—
	—
	—
<b>W</b>	58.00 W
<b>lm</b>	5200 lm
	—
	—
	—
	5200 lm
<b>cd</b>	—
<b>K</b>	4000 K
<b>COLOUR</b>	LUMILUX Cool White
<b>R<sub>a</sub></b>	≥80
<b>t [h]</b>	20000 h
	Yes
<b>V</b>	—

<b>Hz</b>	—
	—
	—
	—
	—
	—
<b>Hg</b>	2.5 mg
	A
<b>kWh/1000 h</b>	68 kWh/1000h



Light finder  
App for end  
consumer  
products



Lamp finder  
App for  
professional  
products





# CorePro LEDtube

CorePro LEDtube 1500mm 25W 840 C

CorePro LEDtube é uma solução LED acessível adequada para a substituição de lâmpadas fluorescentes T8. O produto proporciona um efeito de iluminação natural para utilização em aplicações de iluminação geral, bem como uma poupança de energia imediata. Trata-se, portanto, de uma solução ecológica.

## Dados do produto

### • General Characteristics

Main Application	Industrial
Cap-Base	G13
Rated Lifetime (hours)	30000 hr
Nominal Lifetime hours	30000 hr

### • Light Technical Characteristics

Color Code	840
Beam Angle	160 D
Correlated Color Temperature	4000 K
Color rendering index	80
Rated Luminous Flux	2000 Lm
LLMF - end nominal lifetime	70 %
Colour consistency	6 steps
Rated Beam Angle	160 D

### • Electrical Characteristics

Wattage	25 W
Voltage	220-240 V
Line Frequency	50/60 Hz
Power Factor	0.9 (min) -
Dimmable	No
Rated Wattage	25 W
Starting Time	0.5 (max) s
Warm-up Time to 60% Light Outp	instant full light
Energy saving product	Yes
Suitable for accent lighting	No

### • Temperature Characteristics

T-case maximum	55 (max) C
Operating temperature	-30 (min), 45 (max) C
T-Storage	-40 (min), 65 (max) C

### • Environmental characteristics

Energy Efficiency Label (EEL)	A
-------------------------------	---

### • Measuring Conditions

Switching cycle	50000X
-----------------	--------

### • Product Dimensions

Length A1	1500.0 mm
Fixing Hole Distance	1507.0 mm
A2 Length	
Length A3	1514.0 mm
Mounting hole diameter	25.68 mm
Circular outline dimension	28 mm

### • Approval & Application Chars

VDE marking	No
CE marking	Yes
UL certificate	No
RoHS compliance	Yes
KEMA Keur certificate	Yes



# PHILIPS

## NPA 07 258 BE



### APPLICATION:

Luminaire with industrial type aluminium reflector. Direct light distribution (dispersive).

### BODY:

White coated soft steel sheet body with anti-corrosion treatment. UV protected.

### OPTIC:

Specular aluminium reflector.

### WIRING:

Luminaire wired with ECG (suitable for AC or DC).

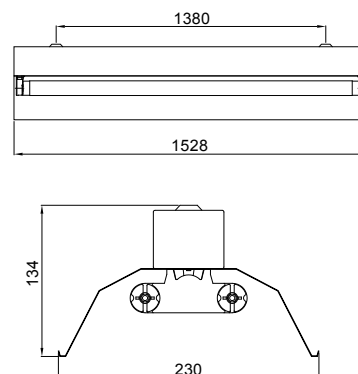
Voltage / Frequence	230V ~ 50Hz
Electrical Class	Classe I
Nº of lamps x Wattage (W)	2x58
Lamp Type / Lamp Cap	T8/G13
Efficiency (%) and Photometric Class	80 D
Index of protection (watertightness)	IP20
Resistance to Glow Wire (°C)	960
Mechanical impact protection index	
Cable max temperature (°C)	90

Norms	EN 60598-1, EN 60598-2-1; EN 55015, EN 61000-3-2, EN 61547; 2006/95/CE, 2004/108/CE; 2012/19/CE (Rohs);
-------	--

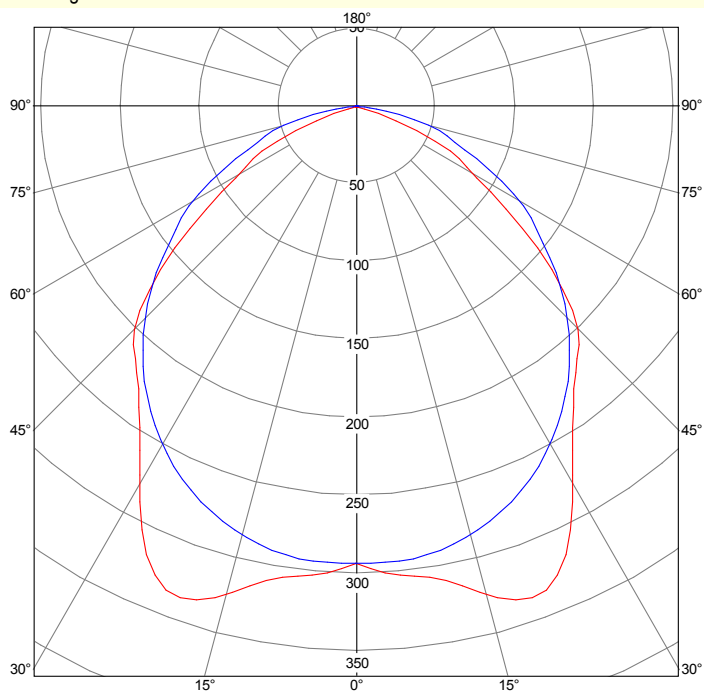
### ACCESSORIES:

Polycarbonate protection tube.

Waterproof tube adaptor.



### Polar Diagram



### Corrected UGR values

Reflection Indexes										
Ceiling	0,7	0,7	0,5	0,5	0,3	0,7	0,7	0,5	0,5	0,3
Walls	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3
Work plane	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Room dimensions		Lamp(s) transversal view					Lamp(s) longitudinal view			
2H	2H	18,2	19,8	18,6	20,1	20,4	19,6	21,2	20,0	21,5
2H	3H	18,8	20,2	19,2	20,5	20,9	20,9	22,3	21,3	22,7
2H	4H	18,8	20,1	19,1	20,4	20,8	21,4	22,8	21,8	23,1
2H	6H	18,7	19,9	19,1	20,3	20,7	21,8	23,0	22,2	23,3
2H	8H	18,6	19,8	19,1	20,2	20,6	21,8	23,0	22,2	23,3
2H	12H	18,6	19,7	19,0	20,1	20,5	21,8	22,9	22,2	23,3
4H	2H	18,9	20,2	19,3	20,6	20,9	20,1	21,4	20,5	21,7
4H	3H	19,5	20,7	20,0	21,0	21,4	21,5	22,6	21,9	23,0
4H	4H	19,6	20,5	20,0	21,0	21,4	22,2	23,1	22,6	23,5
4H	6H	19,5	20,3	19,9	20,8	21,2	22,5	23,4	23,0	23,8
4H	8H	19,4	20,2	19,9	20,7	21,1	22,6	23,4	23,1	23,9
4H	12H	19,4	20,2	19,9	20,6	21,1	22,7	23,4	23,1	23,8
8H	4H	19,7	20,5	20,2	20,9	21,4	22,1	22,9	22,6	23,4
8H	6H	19,6	20,2	20,1	20,7	21,2	22,5	23,2	23,0	23,6
8H	8H	19,6	20,2	20,1	20,7	21,2	22,7	23,3	23,2	23,8
8H	12H	19,6	20,0	20,1	20,5	21,1	22,8	23,2	23,3	23,8
12H	4H	19,7	20,4	20,2	20,9	21,4	22,1	22,8	22,6	23,3
12H	6H	19,6	20,2	20,1	20,7	21,2	22,5	23,1	23,1	23,6
12H	8H	19,6	20,1	20,1	20,6	21,1	22,7	23,1	23,2	23,7



NPA 07 258 BE



Luminaire is compatible with lamps of the energy classes:

~~A++~~

~~A+~~

A

~~B~~

~~C~~

~~D~~

~~E~~



874/2012



# SECADOR ADSORCION AIRSEC, S. A.

"AIRSEC" Adsorption Dryer / Sécheur Adsorption "AIRSEC"

EURODRYER®

## HOJA de CARACTERISTICAS

Data Sheet / Feuille de Données

MODELO Type / Modèle ED-13/E N° 80428

### CONDICIONES DE DISEÑO Specifications of Design / Conditions de Dessin

Tipo de Fluido Fluid Type / Type de Fluide	AIRE	-
Caudal Entrada Inlet Flow / Débit d'Entrée	4200	m³/h
Caudal Salida Outlet Flow / Débit de Sortie	3940	m³/h
Presión Efectiva Effective Pressure / Pression Effective	7	Bar
Temperatura de Entrada Inlet Temperature / Température d'entrée	35	°C
Humedad Relativa Relative Humidity / Humidité Relative	100	%

### PUNTO DE ROCIO A LA SALIDA Outlet Dewpoint / Point de Rosée a la Sortie

Medido a Presión de Trabajo Measured at Nominal Pressure / Mesuré à Pression Nominale	-20	°C
Medido a Presión Atmosférica Measured at Atmospheric Pressure / Mesuré à Pression Atmosphérique	-40	°C

### SISTEMA DE SECADO Drying System / Système de Séchage

Tipo Type / Type	Adsorción Física	-
Deshidratante Desiccant / Deshydratant	Alumina Activada	-
Carga por Torre Charge per Column / Charge par tour	1600	l
Ciclo Completo Complete Cycle / Cycle Complet (*)	8 + 8	h

### SISTEMA DE REGENERACION Regeneration System / Système de Regeneration

Tipo Type / Type	Con Calor	-
Gas de Barrido Flushing Gas / Gaz de Balayage	Aire Distendido	-
Caudal gas de Barrido Flushing Flow Rate / Débit du Gaz de Balayage (*)	260	m³/h
Orificio Aforador Gager Orifice / Orifice de Jauge (*)	8,8	Ø mm
Potencia Calefacción Power Heater / Puissance de Chauffage (*)	36	kW
Resistencias por Torre Cant./Potencia Heater per Column / Chauffeur par tour	6 / 6	Ud. / kW
Tiempo Calefacción Heating Time / Temps de Chauffage (*)	4	h

(\*) Datos validos únicamente para las condiciones básicas de diseño.

Data valid for basic design conditions only.

Données seulement valides pour les spécifications de dessin.

### CARACTERISTICAS ELECTRICAS Electrical Characteristics / Caractéristiques Electriques

Acometida Power Supply / Saignée	380	V
Fases Phases / Phases	3	-
Frecuencia Frequency / Fréquence	50	Hz
Potencia Power / Puissance	36,5	kW
Intensidad Nominal Nominal Intensity / Intensité nominale	55,5	A
Mando y Señalización Control / Manceuvre et Signalisation	220	V
Protección Protection / Protection	IP-55	-



## **E.2 Orçamentos**

Secção destinada a orçamentos pedidos no âmbito deste estágio.



N.º: AAAQ 17715-03  
Data: 11-04-2014

S/N: 80428-2/2004

## PEÇAS

**As peças foram sujeitas a desconto de 15%**

## OUTROS FORNECIMENTOS E SERVIÇOS

Total de Outros Fornecimentos e Serviços: 0,00

## MÃO DE OBRA, DESLOCAÇÕES E OUTROS

Total de Mão de Obra, Deslocações e Outros: 1305,00

Este orçamento é válido até: 11-05-2014

Prazo de entrega estimado:

Condições de pagamento: a 30 dias

A prestação deste serviço e os fornecimentos nele incluídos regem-se pelas Condições Gerais e Particulares, anexas a este documento e que são dele parte integrante.

**SEDE-LISBOA:** Rua da Fraternidade Operária, 8 – 2790-076 CARNAXIDE - Tel.: 214244400, Fax: 214244492  
**FILIAL-PORTO:** Zona Industrial da Maia I Sector X Lotes 372, 373 e 374 - 4470 MAIA - Tel.: 229477870, Fax: 229477908  
 N.º Contribuinte 500 139 547 Matrícula N.º 3817 - OEIRAS - Capital Social € 1.750.000,00

## Substituição de caldeira a Gás Natural da Renault por caldeira a Pellets VENTIL

### Estimativa do Período de Retorno de Investimento (PRI)

#### Dados de cálculo

Supondo um consumo actual de cerca de 216.780 €/ano de Gás Natural (dados do cliente, s/IVA);

Alteração para caldeira Ventil com utilização de pellets.

#### Gás Natural

Custo Gás Natural anual: 216.780 € (dados do cliente);

PCI<sub>(Gás Natural)</sub>: 45,1 MJ/kg = 37,9 MJ/m<sup>3</sup>

**Energia consumida por ano: 14.436.720 MJ**

#### Pellets

Custo actual dos pellets (indicativo): 170 €/ton

PCI<sub>(Pellets)</sub>: 16.300 kJ/kg

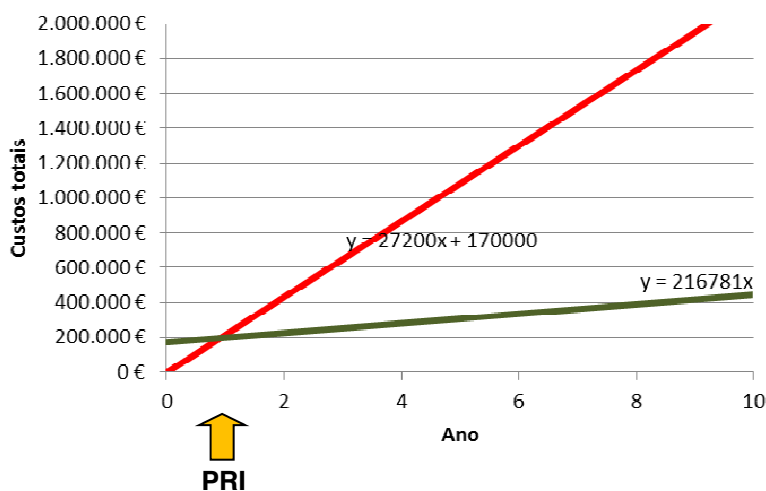
Estimativa de custo anual com Pellets para mesma energia produzida: 170.000 €

#### Estimativa do PRI

Esta estimativa indica um Período de Retorno do Investimento de 0,9 anos. Mesmo tendo em conta alguma incerteza nos valores de cálculo, o PRI será economicamente favorável.

**Notas:** A perspectiva de evolução do custo dos combustíveis condiciona esta estimativa. No entanto, a tendência de aumento do custo do Gás Natural é muito superior à tendência de aumento do custo dos pellets que se mantém relativamente estável ao longo dos últimos anos.

#### Evolução dos custos globais Gás Natural vs Pellets



Conclui-se que, baseado nesta estimativa, o investimento será altamente recomendado e recuperado num período de tempo economicamente favorável.

José Almeida  
(OE 42221)

## E.3 Resultados *RETScreen*

### E.3.1 Renovação da iluminação de emergência da nave industrial

Viabil. Financeira		
TIR antes impostos-capital próprio	%	88,2%
TIR antes impostos - ativos	%	88,2%
TIR após impostos - capital	%	88,2%
TIR após impostos - ativos	%	88,2%
Retorno simples	ano	1,1
Retorno do capital próprio	ano	1,1
Valor Presente Líquido (VPL)	€	16.756
Economia anual no ciclo de vida	€/an	4.189
Razão custo benefício (C-B)		3,89
Custo de Redução de GEE	€/tCO2	(230)

Figura E.2: Viabilidade económica da substituição da iluminação.

### E.3.2 Instalação de secador de ar comprimido refrigerado

Viabil. Financeira		
TIR antes impostos-capital próprio	%	37,9%
TIR antes impostos - ativos	%	37,9%
TIR após impostos - capital	%	37,9%
TIR após impostos - ativos	%	37,9%
Retorno simples	ano	2,1
Retorno do capital próprio	ano	2,1
Valor Presente Líquido (VPL)	€	196.844
Economia anual no ciclo de vida	€/an	39.369
Razão custo benefício (C-B)		2,38
Custo de Redução de GEE	€/tCO2	(914)

Figura E.3: Viabilidade económica instalação do secador refrigerado.

### E.3.3 Instalação de uma caldeira a biomassa

Viabil. Financeira		
TIR antes impostos-capital próprio	%	10,0%
TIR antes impostos - ativos	%	10,0%
TIR após impostos - capital	%	10,0%
TIR após impostos - ativos	%	10,0%
Retorno simples	ano	4,1
Retorno do capital próprio	ano	3,8
Valor Presente Líquido (VPL)	€	60.186
Economia anual no ciclo de vida	€/an	12.037
Razão custo benefício (C-B)		1,33
Custo de Redução de GEE	€/tCO2	(21)

Figura E.4: Viabilidade económica instalação da caldeira a biomassa.